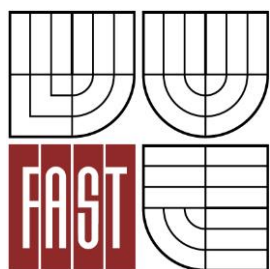




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

GIS OBCE DOLNÍ ÚJEZD

GIS OF DOLNÍ ÚJEZD MUNICIPALITY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. PAVLA KLUSOŇOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. DALIBOR BARTONĚK, CSc.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646T003 Geodézie a kartografie
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Pavla Klusoňová

Název GIS obce Dolní Újezd.

Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.

**Datum zadání
diplomové práce** 30. 11. 2013

**Datum odevzdání
diplomové práce** 30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

.....
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Tuček J.: Geografické informační systémy. Principy a praxe. Computer Press, 1998.

Manuály programu ArcInfo dostupné na:

<http://www.esri.com>

<http://www.arcdata.cz>

Datové podklady - správci:

ČUZK Praha

VGHMÚř Dobruška

Zásady pro vypracování

1. Seznamte se s problematikou geografických informačních systémů (GIS).
2. Analyzujte potřeby GIS v obci Dolní Újezd pro požadavky státní správy
3. Na základě bodu ad 2) vytvořte jádro GIS pro danou obec včetně prostorových analýz.

Výstupy: technická zpráva a přílohy.

Předepsané přílohy

.....
doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Pavla Klusoňová *GIS obce Dolní Újezd*. Brno, 2014. 80 s., 16 s. příl. Diplomová práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing.
Dalibor Bartoněk, CSc.

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá geografickými informačními systémy (GIS), které jsou v současné době běžnými nástroji pro výkon státní správy a samosprávy.

Teoretická část je zaměřena na bližší charakteristiku těchto systému včetně problematiky geografických dat a databázových systémů. Popis konkrétního softwarového řešení GIS pro zvolenou obec Dolní Újezd v prostředí ArcInfo je náplní praktických kapitol. Součástí projektu je tvorba prostorové analýzy s cílem nalezení vhodné lokality pro umístění lavičkového posezení.

Výsledný projekt nazvaný GIS Dolní Újezd bude využíván Obecním úřadem Dolní Újezd.

Klíčová slova:

Geografický informační systém
Rastrová data
Vektorová data
Geodatabáze
Analýza

Abstract:

The thesis deals with geographical information systems (GIS) which are nowadays common tools for use in civil service and local administration.

The theoretical part is focused on more detailed characterization of these systems including issues concerning geographical data and data base systems. The description of the particular GIS software solution for the selected village of Dolní Újezd in the application of ArcInfo is the main contain of the practical sections. The creation of spatial analysis is a component of the project with the aim of finding a suitable location for benches for public use.

The resulting project called “GIS Dolní Újezd” wil be used by the local council in Dolní Újezd.

Keywords:

Geographic information systém
Raster data
Vector data
Geodatabase
Analysis

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27.5.2014

.....
podpis autora
Bc. Pavla Klusoňová

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala své rodině a blízkým, kteří mě v průběhu tvorby diplomové práce pomáhali a podporovali. Obecnímu úřadu Dolní Újezd za poskytnutou spolupráci. A především děkuji vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Daliboru Bartoňkovi, CSc. za odborné konzultace, rady a vstřícnost.

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	OBEC DOLNÍ ÚJEZD.....	11
2.1	Dolní Újezd v současnosti	11
2.2	Historie Dolního Újezdu	13
2.3	Jiříkov a Václavky	14
3	GIS	15
3.1	Definice GIS	15
3.2	Struktura GIS	16
3.2.1	Funkce GIS	17
3.3	Princip GIS	17
3.4	Vztah mezi GIS a ostatními informačními systémy	18
3.5	Historie GIS	19
3.6	Využití GIS	20
4	TYPY GEOGRAFICKÝCH DAT	21
4.1	Vektorové datové vrstvy	22
4.1.1	Soubory vektorových dat využívané v ArcGIS	22
4.2	Rastrové datové vrstvy	24
4.3	Porovnání vektorových a rastrových datových vrstev	25
5	DATABÁZOVÉ SYSTÉMY (DBS).....	27
5.1	Geodatabáze	27
6	TVORBA PROJEKTU GIS DOLNÍ ÚJEZD.....	29
6.1	Úvodní studie	29
6.1.1	Specifikace projektu	29
6.1.2	Software a hardware	30
6.1.2.1	ArcGIS Desktop	30

6.2	Sběr dat	31
6.3	Správa dat	33
6.3.1	ArcCatalog.....	33
6.3.1.1	Práce v ArcCatalogu	34
6.3.2	ArcMap.....	35
6.3.2.1	Práce v ArcMap	36
6.3.3	Skupiny vrstev z mapových podkladů.....	40
6.3.3.1	Katastr	40
6.3.3.2	Inženýrské sítě	46
6.3.3.3	Ortofoto.....	47
6.3.3.4	Výškopis a Polohopis.....	48
6.3.3.5	Turistická mapa.....	50
6.3.3.6	Geologie.....	51
6.3.3.7	Důležitá místa obce.....	51
6.3.3.8	Územní plán.....	53
6.4	analýza nad daty.....	54
6.4.1	Model TIN.....	56
6.4.2	Model GRID.....	57
6.4.3	Sklonová mapa terénu	57
6.4.4	Expoziční mapa terénu	58
6.4.5	Vrstevnice.....	60
6.4.6	Stínová mapa terénu	60
6.4.7	Mapa viditelnosti terénu.....	61
6.5	Prezentace dat	61
6.5.1	Grafické výstupy	62
6.5.2	Digitální výstupy	63
6.5.2.1	ArcReader	63
6.5.2.2	ArcScene	64
7	PROSTOROVÁ ANALÝZA	66
7.1	Stanovení cíle a kritérií prostorové analýzy	66

7.2	Tvorba prostorové analýzy	67
7.3	Grafické znázornění prostorové analýzy	72
7.4	Zhodnocení prostorové analýzy	73
7.5	ModelBuilder	74
8	ZÁVĚR	75
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	76
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	77
11	SEZNAM OBRÁZKŮ	78
12	SEZNAM TABULEK	79
13	SEZNAM PŘÍLOH	80

1 ÚVOD

Téma diplomové práce je založeno na problematice geografických informačních systémů (GIS). V průběhu posledních let zaznamenala oblast informačních systémů veřejné správy velký rozvoj geoinformačních technologií, ve kterých jsou zásadní data s vazbou na území (geodata). GIS se stal preferovaným pomocníkem v řadě oborů, a to i pro výkon státní správy a samosprávy.

Diplomová práce si klade za cíl tvorbu GIS aplikace (včetně povrchových a prostorové analýzy) pro potřeby obce Dolní Újezd. Mezi výhody zavedení GIS, pro jakoukoliv obec či město, patří okamžitý přístup ke geografickým informacím, vizualizace aktuálních informací bez nutnosti komunikace s příslušnými úřady, komplexní přehled o území, možnost propojení s ostatními agendami úřadu atd.

Systém ArcGIS společnosti ESRI mimo jiné nabízí sadu softwarových produktů (ArcGIS for Desktop) s aplikacemi (ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ModelBuilder), které byly využity právě pro zpracování diplomového projektu. ArcGIS for Desktop není jedinou platformou firmy ESRI. Například je možné se setkat s GIS softwarem v tabletech či mobilních telefonech.

Tato nastíněná témata určují obsah jednotlivých kapitol práce. Nejprve je text zaměřen na popis vybrané obce a teorii GIS, která se i později prolíná popisem praktické části práce. Vytvoření projektu proběhlo chronologicky podle fází tvorby: úvodní studie, sběr dat, správa dat, analýza nad daty a prezentace dat. Uvedeným etapám se detailně věnuje 6. kapitola. Zvláštní kapitola je vyčleněna pro prostorovou analýzu, která čerpá data z předchozích dílčích výstupů.

Text je koncipován tak, aby mohl sloužit i jako návod pro vznik dalších projektů v prostředí systému ArcGIS.

2 OBEC DOLNÍ ÚJEZD

2.1 DOLNÍ ÚJEZD V SOUČASNOSTI

Na mapě České republiky je možné objevit několik míst, ke kterým se vztahuje název Dolní Újezd. Konkrétní obec *Dolní Újezd* (vybraná lokalita diplomového projektu) se nachází nedaleko historické zemské hranice Čech a Moravy, tvoří jednu z vesnic *Pardubického kraje* a je členem *Sdružení obcí mikroregionu Litomyšlsko - Desinka*. Součástí obce jsou i menší osady *Jiříkov* a *Václavky*.



Obrázek 2 - 1: vybraná lokalita diplomového projektu

Obec nabízí členitý terén, který pokrývá území o rozloze 1970,5 ha a rozkládá se po obou stranách údolí říčky *Desná*. Nejvyšší nadmořská výška je 436 m n. m., nejnižší místo je 370 m n. m. Počet obyvatel v uplynulých dvaceti letech měl každoročně vzrůstající tendenci. Tento fakt byl ale narušen posledním záznamem ze dne 1. 1. 2014, který informuje o počtu 1965 obyvatel (tedy o 37 obyvatel méně než v roce 2013).

Dolní Újezd poskytuje vzdělání, zdravotní péči, sportovní a kulturní vyžití nejenom svým občanům, ale i lidem z širšího okolí.

Z roku 1659 pochází nejstarší zmínka o zdejší základní škole. Základní škola je dnes školou spádovou, navštěvují ji tedy i žáci z okolních obcí, a je označována za největší venkovskou školu v Pardubickém kraji. V obci dále sídlí mateřská škola, základní umělecká škola a soukromá základní umělecká škola. Zdravotní služby jsou zprostředkovány přítomností praktického lékaře, zubního lékaře, ordinací pro děti a dorost. Obec se stará o zdravotní stránku občanů také díky objektu DPS (Dům s pečovatelskou službou), jehož je provozovatelem. Pestrou nabídku služeb nalezneme i v oblasti jako je restaurační zařízení, ubytovací zařízení a nákup běžných potřeb.

Volnočasové vyžití nabízí několik spolků, které v obci aktivně působí: *Český svaz chovatelů základní organizace Dolní Újezd, Junák – svaz skautů a skautek ČR, Klub oživení historie obce, Myslivecké sdružení Dolní Újezd, Sbor dobrovolných hasičů, TJ Sokol*. Zásadou spolků není pouze vytváření pozitivní atmosféry v obci, ale spolková činnost přináší i hmotné výsledky. Díky spolku TJ Sokol se téměř v centru vesnice nachází krásná secesní budova – *Sokolovna*. Díky Klubu oživení historie obce je možné navštívit místní *Muzeum vesnice*, ve kterém je umístěno více než 1200 exponátů.

Největší dominantou obce je bezesporu původní románský *kostel Sv. Martina* z 1. pol. 13. století. Dolní Újezd se pyšní i řadou dalších pamětihodností, mezi které patří např.: *pomník selského povstání, socha Sv. Vojtěcha, socha P. Marie* atd.



Obrázek 2 - 2: *kostel Sv. Martina*

Dolní Újezd je v povědomí lidí také kvůli zemědělskému družstvu, které vlastní velké území nejenom v rámci katastrálního území obce. *Zemědělské družstvo Dolní Újezd* vykazuje úspěchy především v živočišné výrobě, zabývá se ale i rostlinou a nezemědělskou výrobou. V letech 2008 a 2009 ZD vybudovalo bioplynovou stanici a posklizňovou linku.

Obec Dolní Újezd je plně plynofikována, vybudován je nový přivaděč kvalitní pitné vody. Od srpna 2012 je v provozu mechanicko-biologická čistírna odpadních vod o kapacitě 2500 EO a odkanalizována je polovina obce. II. etapa odkanalizování je plánována na letošní rok 2014, stejně tak jako dokončení III. etapy rekonstrukce vodovodu v Jiříkově (přidružená

osada). V současné době probíhá vytváření nového územního plánu. Obec požádala o pořízení ÚP odbor výstavby a územního plánování *Městského úřadu Litomyšl*.

Důkazem toho, že obec Dolní Újezd je opravdu živou a prosperující obcí, je zisk 3. místa v celorepublikové soutěži *Vesnice roku 2013* a první místo této soutěže v rámci Pardubického kraje.



Obrázek 2 - 3: letecký pohled na obec

2.2 HISTORIE DOLNÍHO ÚJEZDU

První písemná zmínka o obci pochází z roku 1167. Tehdy král Vladislav I. na základě listiny věnoval převážně lesní území újezdu „*Na Lubném*“ litomyšlskému premonstrátskému klášteru. Od roku 1347 se Újezd dostal pod správu nově založeného litomyšlského biskupství (s výjimkou protékající řeky Desné). Po zániku biskupství v husitských válkách byl i nadále Újezd vesnicí litomyšlského panství. V roce 1680 vypuklo selské povstání poddaných z Dolního Újezdu proti litomyšlské vrchnosti, která nechtěla snížit robotní povinnosti. Hlavní organizátoři povstání, v čele s *Lukášem Pakostou*, byli popraveni. Hrabě

Trautmansdorf, císařský rada a pán na Litomyšli, nakonec však vydal mírnější poddanský řád s nižšími robotními povinnostmi. V roce 1785 měl Dolní Újezd 251 popisných čísel. V roce 1889 postihl obec velký požár a bylo zničeno několik chalup. V roce 1925 proběhla elektrifikace obce a o dva roky později se uskutečnilo i první telefonické spojení s Litomyšlí.

Dnešní obec vznikla spojením několika menších vsí a osad, jejichž názvy se stále používají při označování jednotlivých částí obce: *Rovinka, Malvařice, Praha, Pazucha, Žďár, Přibíňoves, Kabatoves, Závěs, Bořkov a Dolečka*.

Fakt, že historie obce je už od nejstarších dob propojena s dějinami nedaleké Litomyšle, je doložen současnou podobou dolnoújezdského znaku. Na červeném pozadí znaku je umístěn symbol zkřížených biskupských berlí (premonstrátský klášter, biskupství v Litomyšli) a lilie (premonstráti, město Litomyšl).



Obrázek 2 - 4: znak obce Dolní Újezd

2.3 JIŘÍKOV A VÁCLAVKY

Jedná se o přidružené osady k obci Dolní Újezd.

Založení osady *Jiříkov* je důsledkem zrušení nevolnictví a vydání tolerančního patentu, který umožnil volné stěhování a volné uzavírání sňatků. Jiříkov byl založen hrabětem Jiřím Valdštejnem z velké části na lesní půdě na okraji polí újezdského dvora v lese *Lukáč*. Osada je také někdy nazývána “*Mareček*“ podle malého rybníka, který se nachází na dolním konci vesnice. Počet obyvatel od založení osady velmi klesl a v dnešní době zde žije méně než 80 lidí.

Václavky založil hrabě Václav Trautmansdorf jako další osadu na panství. Při založení zde bylo vystavěno 13 panských chalup. Veškeré úřední a společenské záležitosti se řešily v hospodě u Šibravů. Koncem II. světové války byla na Václavkách jedna ze základů partyzánských skupin a několik občanů Václavek pomáhalo uprchlíkům z “transportu smrti“, či zajatcům, kteří byli eskortováni z východní fronty přes Litomyšl dále na západ. V současné době žije v osadě 22 dospělých a dětí v 7 chalupách.

3 GIS

3.1 DEFINICE GIS

GIS je zkratkou termínu Geographical Information System. Snadnému a jednoznačnému vymezení pojmu GIS nepřispívá jeho poměrně nedávný vznik (60. léta 20. století). Stejně tak i velmi rychlé tempo teoretického, technologického a organizačního vývoje GIS problematiky brání konkrétnímu pojmenování.

Existuje mnoho definic, přičemž každá z nich závisí na prostředí, v rámci kterého je formulována, a na úhlu pohledu.

David J. Maguire, svého času vědecký pracovník a ředitel společnosti Esri, poskytuje souhrnný přehled 11 odlišných definic GIS od kvalifikovaných odborníků [1]:

➤ DoE (1987)

Systém pro shromáždění, uložení, kontrolu, manipulaci, analýzu a zobrazení dat, které jsou prostorově vztahy k Zemi.

➤ Aronoff (1989)

Jakýkoliv manuální nebo počítačově vytvořený algoritmus postupů sloužící k uložení a manipulaci geografických referenčních dat.

➤ Carter (1989)

Elementární entita, která reflektuje organizační strukturu, integruje technologii s databází, provádí expertízu a pokračuje ve finanční podpoře.

➤ Parker (1988)

Informační technologie, která ukládá a analyzuje jak prostorová tak i neprostorová data.

➤ Dueker (1979)

Prostorová sada informačních systémů, kde se databáze vytváří z pozorování prostorově distribuovaných rysů, činností nebo událostí, které jsou definovatelné v prostoru jako body, linie nebo oblasti. GIS manipuluje s daty těchto bodů, linií a ploch tak, aby získal data pro dotazy a analýzy.

➤ Smith (1987)

Databázový systém, ve kterém je většina dat prostorově indexována, a na kterém je prováděna sada procedur tak, aby bylo možné odpovědět na dotazy týkající se prostorových entit v databázi.

➤ Ozemoy, Smith a Sicherman (1981)

Automatizovaná sada funkcí, která v rámci profesionálních a pokročilých schopností slouží k uložení, získání, manipulaci a ke geografickému umístění dat.

➤ Cowen (1988)

Rozhodující podpůrný systém zahrnující integraci prostorových referenčních dat v prostředí řešení problémů.

➤ Koshkariov, Tikunov, Tromfimov (1989)

Systém s pokročilými možnostmi geo-modelování.

➤ Devine and Field (1986)

Forma MIS (Management Information System), která umožňuje zobrazení všeobecných informací na mapě.

Ve výsledku je důležité si uvědomit, že pod hlavičkou každé správné definice, GIS je systém pracující s prostorovými daty a zahrnující tři hlavní komponenty, které tvoří jeho strukturu.

3.2 STRUKTURA GIS

Jednotlivé komponenty jsou blíže popsány v konkrétních kapitolách praktické části diplomové práce. Na tomto místě je uveden jen jejich výčet a stručná charakteristika. [2]

1) Počítačový systém

Je tím míněn jak *hardware*: samotné PC zařízení, počítačové sítě, vstupní zařízení (digitizér, tablet, scanner, GPS, PDA) a výstupní zařízení (plotter, tiskárna), tak i *software*: programy poskytující funkce a nástroje pro shromažďování, analýzu a výstup geografických informací.

2) Prostorově referenční nebo geografická data

Data jsou nejdůležitější a většinou nejdražší součástí GIS. Prostorová (geografická) data obsahují současně jak vlastní údaje o objektu, tak i údaje o jeho poloze. Ke geografickým datům se vztahují atributová data.

3) Správní a analytické úkoly – “ Funkce GIS “

Jedná se o práci s daty zahrnující jejich vstup, manipulaci, dotazy, analýzy a výstup.

Nedílnou součástí zmíněných tří komponent jsou *lidé*. Lidé řídí správu systému, rozvíjí plány pro jejich uplatnění, anebo jsou “jen“ každodenními uživateli GIS. Uživatelé mohou být například z okruhu tržních analytiků a vysoce kvalifikovaných technických odborníků pro, anebo se jedná o běžného úředníka či občana.

3.2.1 Funkce GIS [2]

1) Rychlý a snadný přístup k velkému množství dat

Aby mohla být data vložena a použita v GIS, musí se nejprve převést do vhodného formátu. V souvislosti s přípravou dat mluvíme o digitalizaci (vektORIZACI), skenování, tvorbě databáze, vkládání atributů. Pro samotnou manipulaci s daty je nutné, aby byla data transformována do stejného měřítka a souřadného systému.

2) Prostředky pro dotazy a analýzy:

- výběr detailů pomocí oblasti nebo na základě zvoleného tématu
- spojení jedné datové sady s druhou
- analýza prostorových charakteristik dat
- vyhledávání konkrétních charakteristik nebo rysů v oblasti
- rychlejší a snadnější aktualizace dat
- modelování dat a zhodnocení dalších alternativ

3) Finální výstupy

Závěrečné produkty jsou ve formě map, tabulek, grafů, seznamů, výsledných statistik, 3D pohledů a videosekvencí atd.

3.3 PRINCIP GIS

Geografické informace obsahují prostorovou a atributovou část. Díky prostorové části je známa konkrétní poloha popisovaného objektu (zpravidla pomocí zeměpisných souřadnic). Atributová složka nás informuje o vlastnostech geografického objektu.

Geografická data jsou uspořádána do geografické databáze. V GIS prostředí se geografická data zobrazují do jednotlivých tematických vrstev. Každá vrstva dat nese informaci o poloze objektů v území (je tzv. georeferencována). Vrstvy se stejným geografickým zobrazením se překrývají a jsou tak vytvořeny soubory tematických vrstev, které jsou spojeny v jeden celek.

3.4 VZTAH MEZI GIS A OSTATNÍMI INFORMAČNÍMI SYSTÉMY

Rozebereme-li GIS z pohledu informačního systému, získáme následující výčet pojmů:

Geo → GIS pracuje s údaji a informacemi o známé lokalizaci v prostoru vzhledem k Zemi

Grafický → GIS využívá grafických prostředků pro prezentaci dat a výsledků, pro komunikaci s uživateli

Informační → GIS provádí sběr, ukládání, analýzu a syntézu dat pro získání nutných informací k rozhodování, řízení, plánování a modelování

Systém → GIS utváří integraci technických a programových prostředků, dat, pracovních postupů a uživatelů do jednoho celku [3]

GIS nejenom čerpá, ale i propojuje koncepty a myšlenky z mnoha vědních oborů, mezi které řadíme geovědy, aplikační obory, matematiku, informační technologie atd.

Mezi předchůdce GIS patří tyto informační systémy [1]:

➤ CAD (computer-aided design)

Graficky založený systém pro projektování nových objektů. Upřednostňuje jednoduché topologické vztahy a rozsah využívaných knihoven je závislý na aplikačním oboru.

➤ Počítačová kartografie

Systém zaměřený na získávání dat, třídění dat a automatickou symbolizaci. Má vysoké kvality pro vytváření map a výstupy ve vektorovém formátu. Využívá jednoduché datové struktury, které postrádají informaci o topologii.

➤ Databázový management

Jedná se o systém určený pro správu různorodých databází.

➤ Dálkový průzkum

Tento systém sbírá, ukládá, manipuluje a zobrazuje rastrová data získaná skenováním zemského povrchu.

GIS byl z výše uvedených systémů vyvinut a má s nimi mnoho společných rysů, avšak GIS disponuje i zcela ojedinělými vlastnostmi. Hlavním charakteristickým rysem GIS jsou analytické operace. Další z klíčových rozdílů mezi GIS a ostatními informačními systémy je upřednostňování geografických objektů před atributovými (z hlediska GIS).

3.5 HISTORIE GIS

Za počátek GIS, ve smyslu systémů s digitálním zpracováním prostorových dat, je považován přelom 50. a 60. let 20. století. *Canadian Geographic Information System* (CGIS) byl prvním takovým systémem, využíval přírodních zdrojů a sloužil pro potřeby armády nebo státní správy. Tento systém je dodnes funkční a obsahuje přes 10 000 map a stovky parametrů o celém území Kanady. S jeho vznikem je spjata jméno geografa Rogera Tomlinsona, který zavedl i samotný pojem GIS. Aplikace GIS po celou dobu vývoje úzce souvisí s růstem počítačové vědy. Obecně je charakter aplikací dán typem výpočetní techniky.

➤ 60. – 70. léta 20. století

- dva základní trendy:

- 1) automatizace existujících úloh s důrazem na kartografickou přesnost a kvalitu vizualizace
- 2) důraz na prostorovou analýzu na úkor dobrých grafických výsledků

- grafika na velmi nízké úrovni

➤ 80. léta 20. století

- integrace výše zmíněných směrů, zlepšení grafiky, komercializace problematik

- 1) běžně dostupné softwarové systémy pro GIS (ESRI, Intergraph atd.)
- 2) nová generace programového vybavení pro GIS (významný podíl má firma ESRI)

➤ 90. léta 20. století

- počátky standardizace, otevřené systémy (Open GIS), ukládání dat do SŘBD

- barevné tiskárny, plotry, velkokapacitní přenosová média (CD, zip), internet, mobilní zařízení

V současné době existuje na trhu s GIS software několik desítek produktů. Mezi nejvýznamnějším světové distributory GIS software řadíme společnosti *Autodesk*, *ESRI*, *Intergraph*, *MapInfo*, *GE Smallworld*.

3.6 VYUŽITÍ GIS

➤ Z pohledu současnosti se GIS využívá pro tyto oblasti:

- geovědní aplikace, tematická kartografie
- státní správa – katastrální a topografické mapování
- oblast zemědělství – hospodaření s půdou, s lesy
- oblast ochrany životního prostředí
- urbanistické plánování
- matematické studie prostorových variací (simulační metody – např. předpověď počasí)
- krizové řízení – Integrovaný záchranný systém
- dálkový průzkum Země – vyhledávání ložisek, mapování živelných jevů
- armáda atd.

➤ Dnešní úlohy s podporou GIS:

- *doprava*: inteligentní dopravní systémy, navigace vozidel v reálném čase, námořní a říční navigace, řízení městské dopravy
- *zemědělství*: evidence úrody přímo v kombajnech, sledování pracovních operací s půdou, lesnické systémy
- *environmentální vědy*: využívání přírodních zdrojů šetrných k životnímu prostředí, rozmístění energetických zařízení získávajících energii z přírodních zdrojů, monitorování živelných událostí
- *bezpečnost*: poloha volajícího
- *zdravotnictví*: výběr a lokalizace zdravotnických zařízení, epidemiologické analýzy
- *turismus*: optimalizace a rozmístování zdrojů, podpora trasování výletů
- *obchod*: řízení rybolovu, marketing a monitorování zákazníků, optimalizace dopravy zboží

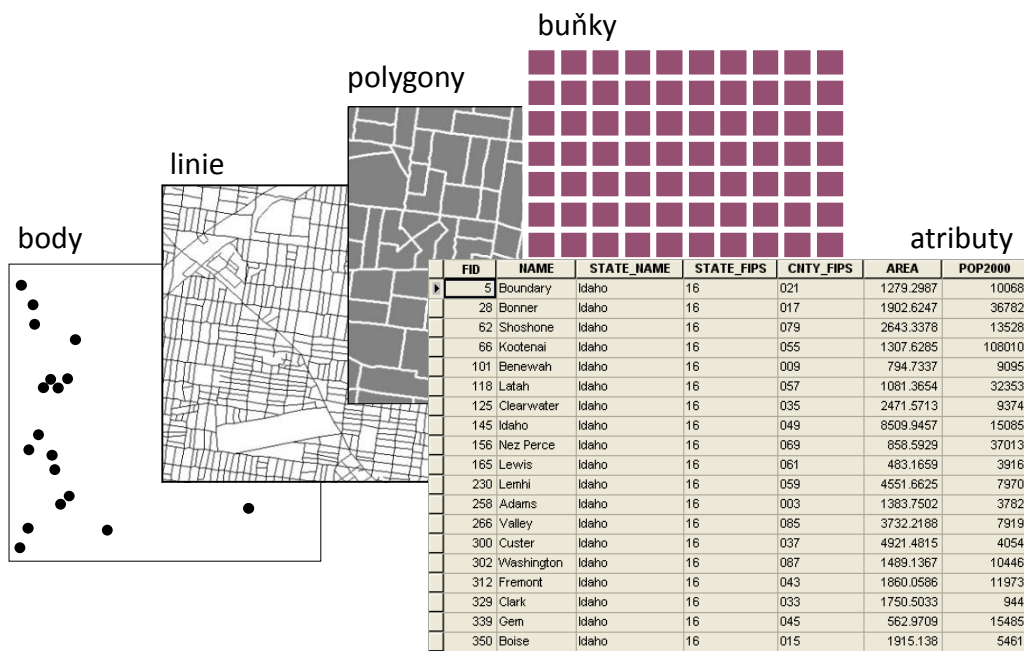
4 TYPY GEOGRAFICKÝCH DAT

Geografická data ~ geodata ~ geoprostorová data jsou podle výkladového slovníku VÚGTK:

- data s implicitním nebo explicitním vztahem k místu na Zemi
- počítačově zpracovatelná forma informace týkající se jevů přímo nebo nepřímo přidružených k místu na Zemi
- data identifikující geografickou polohu a charakteristiky přírodních a antropogenních jevů a hranic mezi nimi

GIS využívá dva zcela rozdílné typy geografických dat. Pracuje buď s **vektorovými datovými vrstvami** (body, linie, polygony) nebo **rastrovými vrstvami** (buňky). Oba dva typy dat obsahují 2-3 základní formy informací:

- 1) prostorová informace – pozice, tvar a jejich vztah k ostatním objektům
- 2) popisná informace – neboli atributová data jsou nositeli dalších vlastností daného objektu (např.: název státu, rozloha, počet obyvatel atd.)
- 3) časová informace – v případě použití dodává do systému dynamické vlastnosti (např.: datum posledního přírůstku obyvatel)



Obrázek 4 - 1: typy geografických dat

4.1 VEKTOROVÉ DATOVÉ VRSTVY

Data, která popisují geometrické vlastnosti jevů pomocí bodů, linií a uzavřených liniových tahů (polygonů).

Bodový prvek - reprezentuje objekty s diskrétní polohou danou souřadnicemi x, y, z (např.: města, kóty, budovy, železniční stanice,...)

Liniový prvek – je tvořen soustavou orientovaných úseček s počátečním a koncovým bodem (např.: silnice, železniční tratě, vodní toky,...)

Polygon – je uzavřený obrazec ohraničený linií (např.: vodní plochy, parky, okresy, katastry obcí, ...)

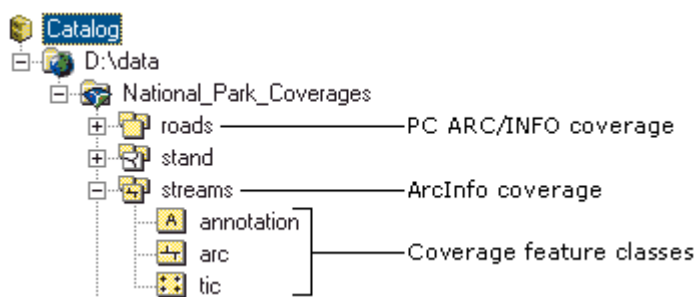
Vektorová data lze získat přímo (přímá vektorizace, kresba v CADu) nebo nepřímo (vektorizací rastrového obrazu). Existuje celá řada vektorových formátů, do kterých získaná data ukládáme: *Coverage*, *Shape File*, *Geodatabase*, *DWG*, *DXF*, *DXB*, *DGN*,...

4.1.1 Soubory vektorových dat využívané v ArcGIS

V ArcGIS prostředí se setkáváme se 3 typy datových souborů pro ukládání vektorových dat

1) Coverage

Jedná se o datový soubor, který propojuje prostorovou a popisnou složku. Tato metoda se označuje jako tzv. *georelační model*. K reprezentaci geografických objektů využívá tříd prvků (a to vždy více než dvou tříd). Každá taková třída (*feature classes*) je tvořena souborem bodů, linií, polygonů nebo textem, a mezi jednotlivými geoprvky je možné ukládat vzájemné prostorové vztahy (*topologie*). Topologie je vyjádřena implicitně a zakotvena na třech principech (spojitost, definice oblasti a přilehlost). Coverage je nadefinován ve formě adresáře, v němž je každá třída prvků uložena jako sada souborů. [4]



Obrázek 4 - 2: struktura datového typu Coverage

2) Shapefile

Tento datový soubor je jednoduchý, netopologický formát pro ukládání geometrických lokací a připojených informací. Geoprvky (bod, linie, uzel, vrchol, plocha) jsou popisovány vektory. Pracovní prostor může také obsahovat dBase tabulky, které ukládají přidáné atributy.

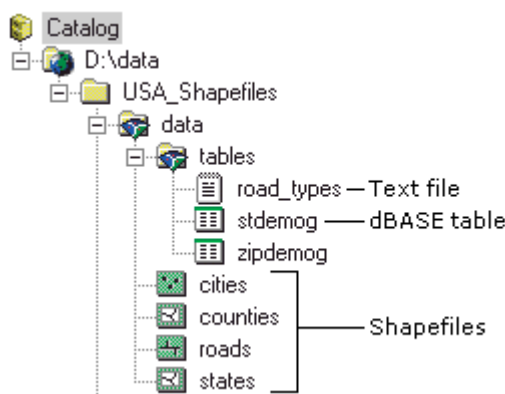
Shapefile povinně obsahuje tři stěžejní soubory, které lze rozšířit o doplňkové soubory.

➤ *Povinné soubory:*

- hlavní soubor ***.shp** – popisuje každý údaj seznamem lomových bodů v určených souřadnicích
- indexový soubor ***.shx** – propojuje prvek v hlavním souboru se záznamem v atributové tabulce
- databázový soubor ***.dbf** – obsahuje atributy jednotlivých prvků, kdy každý záznam v tabulce odpovídá jednomu prvku

➤ *Doplňkové soubory:*

- *.prj – soubor ukládající informaci o souřadnicovém systému a projekci
- *.qix, *.sbn, *.sbx – prostorové indexy prvků
- *.atx – atributový index pro dbf soubor
- *.shp.xml – metadata ve formátu XML, podle zvoleného standardu
- *.cpg – využití specifikované kódové stránky, pro správnou identifikaci znaků [4]



Obrázek 4 - 3: struktura datového typu Shapefile

3) Geodatabáze

Poslední z uvedených datových souborů vytváří prostředí pro správu geografických dat (geoprostorových dat, geodat) vyvinuté firmou ESRI. Blíže viz kapitola 5. [5]

4.2 RASTROVÉ DATOVÉ VRSTVY

Data, která se na rozdíl od vektorové struktury dívají na popisovanou lokalitu jako na celek. Základním stavebním prvkem je *buňka*. Každá buňka nese hodnotu zastupující zkoumanou lokalitu. Buňky se skládají do tzv. *mozaiky*, která reprezentuje prostorové objekty. Důležitá je volba rozlišení (velikost pixelu), na základě které může dojít buď k nadbytečnému ukládání dat na disk, nebo naopak ke ztrátě prostorových informací. Topologie je v rastrové podobě zachycena implicitně.

Rastrová data lze získat buď přímo (např. digitální fotografie, družicový skener), nepřímo (skenování) nebo rasterizací¹. Rastrová data je možné uložit do řady různých souborů. Mezi tyto soubory patří např.: *JPEG, JPG, TIFF, RGB, BMP, ...*

Rastrová data lze dělit z několika hledisek [6]:

A. podle tvaru buňky

- 1) Čtvercová → *Čtvercová mřížka* - spolupracují s datovými strukturami programovacích jazyků a s mnoha zařízeními pro vstup a výstup, je kompatibilní s kartézským souřadnicovým systémem
- 2) Trojúhelníková → *Trojúhelníková mřížka* – jednotlivé buňky nemají stejnou orientaci, implicitně znázorňují sklon a směr sklonu
- 3) Hexagonální → *Hexagonální mozaika* – preferují se pro analytické funkce, protože středy sousedních buněk jsou ve stejné vzdálenosti (např.: paprskové vyhledávání)

B. podle dělení prostoru

- 1) Pravidelné – všechny buňky mají stejnou velikost a tvar
- 2) Nepravidelné – velikost a tvar jednotlivých buněk je rozdílný

C. podle obsahu

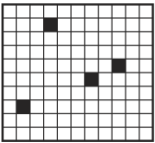

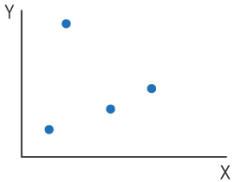
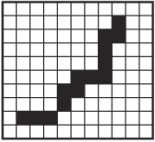
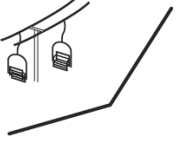
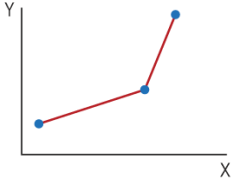
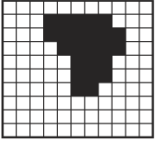

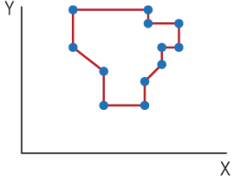
- 1) Klasické rastry – jedná se o jednopásmová data, znázorňující rozložení jednoho geografického jevu (př.: vodstvo, lesy)
- 2) Obrazová data

¹ Rasterizace = proces, při kterém se vektorově definovaná grafika konvertuje na rastrově definované obrazy. Tento proces je provázen nevratnou ztrátou informace

- Snímek DPZ – vícepásmové obrazy používané pro vyhodnocení polohy jednotlivých geografických prvků
- Ortofoto – většinou jednopásmový obraz využívaný jako podkladová data pod tematické vrstvy
- Scannované plány – podkladová data pod tematické vrstvy, musí ale být georeferencovány
- Dokumentace – nereferencovaná obrazová data, sloužící pouze jako archivní dokumentace projektu

4.3 POROVNÁNÍ VEKTOROVÝCH A RASTROVÝCH DATOVÝCH VRSTEV

Není možné prohlásit jeden typ dat za vhodnější než druhý zmíněný. Vektorové vrstvy stejně jako rastrové vrstvy mají své výhody i nevýhody, které se projevují v průběhu zpracování a ovlivňují kvalitu výsledku.

The raster view of the world	Happy Valley spatial entities	The vector view of the world
	 x x Points: hotels	
	 Lines: ski lifts	
	 Areas: forest	

Obrázek 4 - 4: porovnání vektorových a rastrových dat

Mezi výhody vektorových dat patří vysoká přesnost, kompaktní struktura a malý objem dat. Na druhé straně jsou struktury vektorových dat komplikované a obnáší vysokou výpočtovou náročnost některých prostorových operací. V rastrovém modelu se za hlavní výhody považuje právě jednoduchá struktura dat, výkon analytických operací a simulací. Za negativum lze označit velký objem dat, nízkou kvalitu vizuálních a tiskových výstupů, zejména v menších měřítkách a nepřesnost výpočtů všech veličin.

Volba vhodného typu dat patří mezi zásadní rozhodnutí, od kterého se odvíjejí další aspekty - od výběru softwaru, přes rozsah řešených úloh, výběr databáze, až ke kvalitě personálu a jeho výchově. [7]

5 DATABÁZOVÉ SYSTÉMY (DBS)

Při tvorbě GIS pracujeme s databázovými systémy. Vznikají od 50. let 20. st. a slouží pro správu datových souborů.

Samotná databáze (DB) představuje soubor dat, který je:

- systematicky strukturován → snadné vyhledávání
- perzistentní → přetrvává od zpracování ke zpracování
- integrován → sjednocené soubory bez redundance
- sdílen → víceuživatelský přístup
- bezpečný → snadná realizace omezení práv přístupu k datům

Podle způsobu uspořádání dat v rámci souboru můžeme databáze rozdělit na několik typů: *hierarchická, síťová, objektová, relační*. Protože všechny typy databází, které se objevují v ArcGIS, představují relační typ, blíže se zaměříme na tuto možnost. *Relační databáze* vychází z relačního modelu dat, který je založen na matematickém aparátu relační algebry a uspořádává údaje do tabulek (řádky – tzv. *záznamy*, sloupce – tzv. *atributy*). Tabulky jsou propojeny předem nastavenými vztahy. Databázové soubory jsou uloženy v paměti počítače pro následné využívání aplikačními systémy.

V rámci databázových systémů figuruje tzv: systém řízení báze dat (SŘBD). SŘBD je programová vrstva řešící operace nad DB a tvořící rozhraní mezi uloženými daty a aplikacemi. Pod pojmem SŘBD si můžeme představit takové programy jako je Oracle, MS SQL Server, Sybase, Informix, Progress, MS Access.

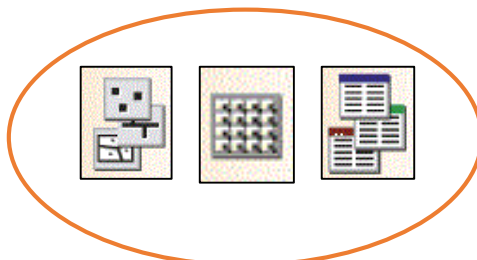
Zcela zjednodušeně lze napsat: DBS = DB + SŘBD[8]

5.1 GEODATABÁZE[4]

Geodatabáze představuje moderní řešení, které v prostředí relační databáze umožňuje ukládání a správu geografických dat. Geodatabáze může být jak malou, jednouuživatelskou databází, tak rozsáhlou, celofiremní mnohouživatelskou databází.

Klíčový koncept geodatabáze je tvořen třemi základními typy datových sad:

1. třídy geoprvků (*feature classes*)
2. rastrové datové sady (*raster datasets*)
3. tabulky (*tables*)



Obrázek 5 - 1: geodatabáze

V ArcGIS existují tři druhy geodatabáze:

1. File geodatabase *.gdb – na disku je uložena jako složka neomezené velikosti souborového systému. Každá datová sada vytváří dílčí soubor, který lze škálovat až do 1 TB velikosti.
2. Personal Geodatabases *.mdb – všechny datové sady jsou uskladněny a editovány v datovém souboru aplikace *Microsoft Office Access*, která je omezena velikostí 2 GB.

Obě dvě výše zmíněné geodatabáze jsou volně přístupné všem uživatelům, ale jejich editace je v režii pouze jednoho uživatele.

3. ArcSDE Geodatabases – je otevřeným rozhraním, brána mezi jednotlivými komponentami *ArcGIS* a relační databází.

Mezi základní vlastnosti *ArcSDE* patří:

- otevřená správa SŘBD – geografická data je možné spravovat v jakémkoliv z uvedených databázových systémů: *Oracle*, *Microsoft SQL server*, *Infromix a DB2* společnosti *IBM*
- podpora dlouhých transakcí a verzování – prostorovou databázi může editovat více uživatelů současně, je možné sledování historie změn v databázi
- vysoký výkon a otevřený přístup k datům – vysoce výkonný aplikační server, který optimalizuje prostorové dotazy a chování prvků [9]

6 TVORBA PROJEKTU GIS DOLNÍ ÚJEZD

Tato rozsáhlá kapitola je věnovaná praktické části zpracování diplomového projektu *GIS Dolní Újezd*. Z pozice autora popisují jednotlivé dílčí kroky tvorby v chronologickém postupu. Aby výsledný produkt (jakýkoliv projekt GIS) dosáhl požadovaných cílů, je třeba dodržet obecně platné fáze tvorby:

úvodní studie → sběr dat → správa dat → analýza nad daty → prezentace dat.

6.1 ÚVODNÍ STUDIE

Na začátku je důležité konkrétně formulovat zadání, určit cíle projektu a zajistit si vhodné softwarové a hardwarové vybavení. Pro zmíněné účely mi byly pomocníkem právě dvě instituce - Obecní úřad Dolní Újezd a Ústav geodezie Fakulty stavební v Brně.

6.1.1 Specifikace projektu

Upřesnění cílů projektu, vycházejících z oficiálního zadání diplomové práce, vzniklo ve spolupráci s panem starostou obce Ing. Stanislavem Hladíkem a dalšími pověřenými zaměstnanci obecního úřadu - panem Lubomírem Jarešem a panem Josefem Čížinským. Na základě společného rozhovoru se ucelil počet konkrétních vrstev začleněných do projektu. Nejvíce byla diskutována vrstva *Důležitá místa obce*, obsahující geografická data o významných objektech pro běžný i společenský život v obci. Co se týče prostorových analýz, neměl pan starosta žádné specifické požadavky, a proto jsem mu nastínila svoji myšlenku tvorby (vhodná místa pro lavičková odpočívadla), se kterou souhlasil. Dále mi byly obecním úřadem poskytnuty využitelné podklady pro projekt – jednalo se zejména o inženýrské sítě.

➤ Vrstvy z mapových podkladů:

- inženýrské sítě
- katastr
- ortofoto
- výškopis/ polohopis
- turistická mapa
- geologická mapa
- územní plán
- důležitá místa obce

➤ Vrstvy analýzy dat:

- digitální model terénu
- sklonová mapa terénu
- expoziční mapa terénu
- stínová mapa terénu
- prostorová analýza – lavičková zóna

6.1.2 Software a hardware

Počítačový systém je při tvorbě každého GIS nosnou složkou celého projektu a jeho nespolehlivé fungování samozřejmě může způsobit řadu problémů. Bylo tedy využito:

➤ Hardware:

- notebook *Lenovo Thinkpad T61 Intel C2D T7700* se systémem *Microsoft Windows XP Professional* verze 2002

➤ Software:

- *ArcGIS Desktop* (ArcCatalog 10.2, ArcMap 10.2, ArcScene 10.2, ArcReader 10.2)
- *VKM*
- *Microstation 95*
- *Irfan View*
- *Microsoft Access, Microsoft Office 2003*
- *Mapsource*

ArcGIS představuje zásadní softwarové vybavení diplomového projektu. Tento software mi byl poskytnut Ústavem geodezie Fakulty stavební v Brně ve formě školní plovoucí licence. Plovoucí licence obecně nabízí velkou flexibilitu a má své výhody. Jako taková je vhodná pro organizace s vícero uživateli, kteří nevyužívají software nepřetržitě a mohou se v jeho využívání střídát. Dalším kladem je možnost rozšiřování systému pomocí licenčního kódu.

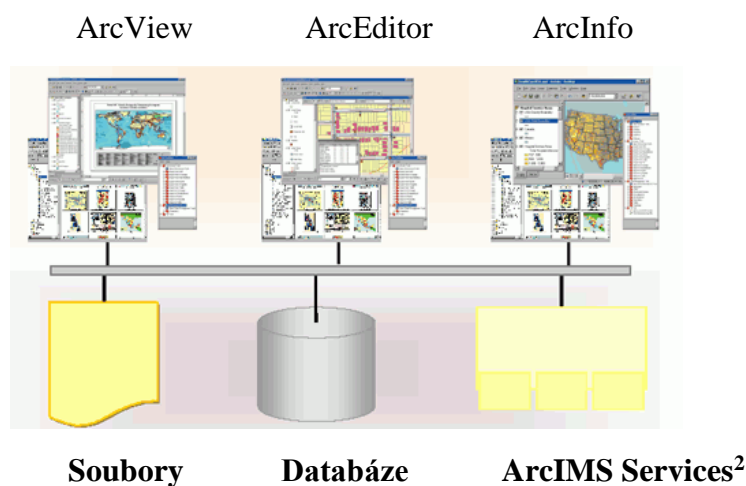
6.1.2.1 ArcGIS Desktop

ArcGIS Desktop zahrnuje sadu softwarových produktů, nadefinovaných pro práci na standardních stolních PC a využívaných k vytvoření, přenosu, úpravě, analýzám a zveřejňování geografických informací. K dispozici jsou čtyři základní produkty spadající pod rámec ArcGIS Desktop. Každý produkt přidává vyšší úroveň celkové funkčnosti a obsahuje řadu vzájemně propojených aplikací.

1. ArcReader - volně dostupný základní prohlížeč map a datových vrstev, nabízí některé základní nástroje pro dotazování prostorových dat a nástroje pro tisk map.

2. ArcView - umožňuje rozsáhlou tvorbu a úpravu map, komplexní využití dat, vytváření analýz spolu s jednoduchými editacemi, obsahuje sadu aplikací (*ArcMap*, *ArcCatalog*, *ArcToolbox*, *ModelBuilder*).
3. ArcEditor – poskytuje editaci dat umístěných v ArcSDE (viz podkapitola 5.1).
4. ArcInfo - tzv.: vlajková loď ArcGIS Desktop, rozšiřuje funkce *ArcView* a *ArcEditor* o pokročilé zpracování dat.

Následující obrázek znázorňuje 3 ze 4 podsložek ArcGIS Desktop. Vykresluje softwarové produkty společně s typy příslušných zdrojových dat.



Obrázek 6 - 1: softwarové produkty ArcGIS Desktop

6.2 SBĚR DAT

Obecně se během této fáze tvorby získávají veškeré dostupné mapové podklady a databáze od široké škály zprostředkovatelů (státní správa, obecní a městské úřady, katastrální úřady a pracoviště, správci inženýrských sítí, archiv atd.). Sběr dat může probíhat i formou přímého měření v terénu (GNSS, tachymetrie, fotogrammetrie atd.). Jak je zřejmé z kapitoly 4, zdrojová data mohou být dvojí podoby (rastrová, vektorová).

²ArcIMS Services (Arc Internet Map Server) = mapový server vyvinutý firmou ESRI, který je přístupný prostřednictvím webového prohlížeče. Mapy jsou ve formě statických obrázků nebo to jsou interaktivní mapy s vrstvami, nad kterými lze provádět i dotazy.

V praxi bylo třeba nejprve kontaktovat všechny odpovědné instituce a požádat je o data. Většina institucí má poskytování dat začleněno do rámce svých služeb, a proto i na jejich webových stránkách existují oficiální žádosti pro daný účel. Jednotlivé žádosti zpravidla obsahují údaje o žadateli a bližší specifikaci dat (rozsah dat/území, formát dat atd.). Data jsou nabízena bezúplatně nebo za sníženou cenu, pokud je účelem užití dat bakalářská, diplomová nebo semestrální práce. Za takových okolností musí být žádost potvrzena oprávněnou osobou (v mém případě vedoucím diplomové práce).

Po odeslání písemných či elektronických žádostí mi byla obratem zprostředkována požadovaná data v předem domluvené formě (CD, DVD, elektronicky). Naštěstí jsem se během tohoto kroku nesetkala se žádnou překážkou a došlo k plynulému obdržení potřebných dat. Součástí příloh DP jsou ukázky jednotlivých žádostí.

Uvedená tabulka popisuje získaná zdrojová data od oslovených poskytovatelů.

Data		Formát	Zprostředkovatel	Struktura dat
Katastrální mapa	XX – 19 – 04,08,12,16	*.cit	Katastrální pracoviště SY	rastrová
	XXI – 19 – 01, 05,06,09,10,13,14,17,18	*.cit	Katastrální pracoviště SY	rastrová
	XXI – 20 – 01,02	*.cit	Katastrální pracoviště SY	rastrová
Katastrální mapa PK stav		*.cit	Katastrální pracoviště SY	rastrová
Ing sítě	elektrické vedení	*.dgn	Obecní úřad Dolní Újezd	vektorová
	vodovod	*.dgn	Obecní úřad Dolní Újezd	vektorová
	plynovod	*.dgn	Obecní úřad Dolní Újezd	vektorová
	kanalizace	*.dwg	Obecní úřad Dolní Újezd	vektorová
	O2	*.dgn	Obecní úřad Dolní Újezd	vektorová
Ortofoto	LITM53,54,55,56	*.jpg	CUZK	rastrová
	LITM62,63,64,65,66	*.jpg	CUZK	rastrová
	LITM73,74	*.jpg	CUZK	rastrová
ZABAGED® - polohopis - výškopis 3D	14 – 33 - 04	*.shp	CUZK	vektorová
	14 – 33 – 09,14 – 33 - 10	*.shp	CUZK	vektorová
	14 – 33 – 14,14 – 33 - 15	*.shp	CUZK	vektorová
Turistická mapa		*.shp	SCHOCart spol. s.r.o	vektorová
Geologická mapa		*.shp	Český geologický ústav	vektorová
Územní plán		*.pdf	Městský úřad Litomyšl	rastrová

Tabulka 6 - 1: výčet mapových podkladů

Diplomový projekt vychází nejenom z dat získaných od jednotlivých institucí, ale i z dat přímého měření v terénu - metoda GNSS. Využito bylo turistické GPS značky GARMIN eTrex Vista® HCx. Tento sběr dat se stal podkladem pro tvorbu vrstvy *Důležitá místa obce*. Více etapová pochůzka po obci měla za cíl určit souřadnice významově specifických, kulturních, historických apod. objektů. Současně se sběrem souřadnic vznikala i fotografická dokumentace jednotlivých míst. Fotografie byly pořízeny fotoaparátem: Olympus CAMEDIA C-5060 a jsou také součástí zmíněné vrstvy projektu.

6.3 SPRÁVA DAT

Správou dat dochází k vytvoření, doplnění a aktualizaci jednotlivých vrstev. Získaná data byla nejprve upravena v doplňkových softwarech projektu a poté dále zpracována v aplikacích *ArcCatalog* a *ArcMap*.

6.3.1 ArcCatalog

Aplikace *ArcCatalog* disponuje s nástroji pro organizaci a správu dat. Lze ji přirovnat např. k programu *Průzkumník* nebo *Total Commander*. Avšak na rozdíl od zmíněných programů má své výhody vůči práci s databází, mapou a metadaty. Mezi kladné vlastnosti patří neoddělování souborů, které vyžadují společné umístění i během operací s nimi. Konkrétně můžeme zmínit soubor *.shp – při editaci, kopírování a přesouvání se zároveň automaticky manipuluje i s jeho přidruženými soubory *.shx a *.dbf.

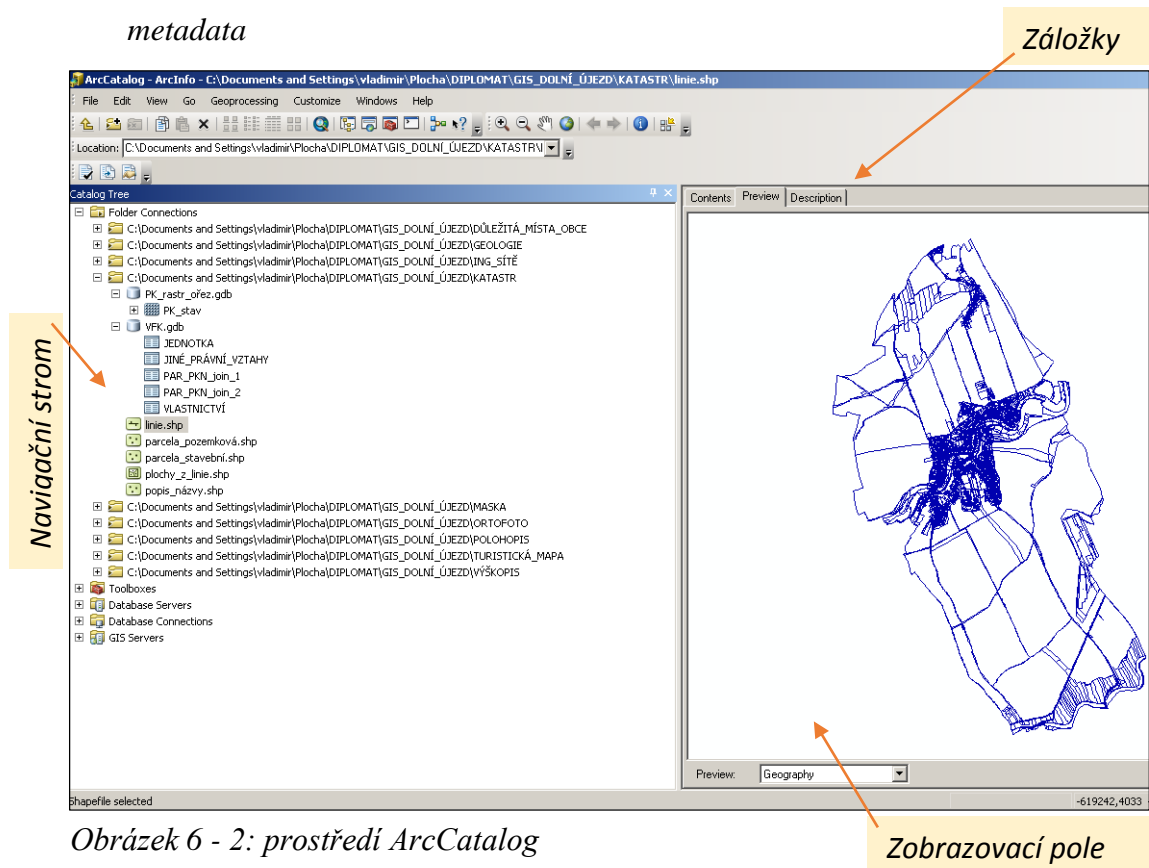
V naučných textech se o nástrojích aplikace *ArcCatalog* píše:

- umožňují prohlížení a vyhledávání geografických informací,
- umožňují zaznamenávání, prohlížení a správu metadat,
- umožňují definování, export a import schémat a návrhů geodatabáze,
- umožňují vyhledávání a nalézání GIS dat na místních sítích nebo na internetu,
- umožňují administraci produktu *ArcGIS for Server*. [10]

Prostředí *ArcCatalog*, které je znázorněno na obrázku 5-2, dovoluje nastavení rychlého přístupu ke zvoleným datovým skupinám pomocí navigačního stromu.

Zobrazovací pole nabízí tři typy záložek:

1. Contents – poskytuje seznam položek obsažených ve vybrané složce
2. Preview – zobrazuje náhledy a to geografických i tabulkových dat
3. Description – zprostředkuje popisné informace k dané složce či soboru – *metadata*



Obrázek 6 - 2: prostředí *ArcCatalog*

6.3.1.1 Práce v *ArcCatalogu*

Následující text popisuje činnosti zpracování, které byly provedeny v prostředí *ArcCatalog*.

➤ Tvorba geodatabáze

ArcCatalog sloužil v průběhu projektu pro hierarchické sestavení jednotlivých adresářů a podadresářů. V rámci aplikace dále vznikaly dílčí pracovní geodatabáze. Tvorba nové geodatabáze je zcela jednoduchá – zvolíme cílový adresář, klikneme na něho pravým

tlačítkem myši a logicky pokračujeme v nabídce: *New → File Geodatabase* (případně *Personal Geodatabase*)

➤ **Převod datových formátů**

Úvodní teoretické kapitoly informují o upřednostňování vektorových dat ve tvaru *Coverage*, *Shapefile* nebo *Geodatabase*. Pohledem na tabulku poskytnutých mapových podkladů (tabulka 6-1) je zřejmé, že se řada zdrojových vektorových dat nacházela ve formátu *.dgn nebo *.dwg. Bylo tedy třeba tyto soubory převést, aby nekomplikovaly následující proces zpracování. *ArcCatalog* nabízí buď hromadný export výkresu anebo export jednotlivých složek výkresu (body, linie, plochy text). Proběhl následující postup převodu: *Export → To Shapefile (single)*. Tímto způsobem dosáhla všechna vektorová data formátu *.shp.

➤ **Spojení rastrových dat**

Konkrétně v projektu bylo nutné spojit více ortofoto snímků do jednoho souboru. I pro tento účel lze využít aplikaci *ArcCatalog*. V první řadě byly ortofoto snímky převedeny z formátu *.jpg do *.tif – kliknutím pravého tlačítka myši na příslušný soubor se nám otevře nabídka, ze které vybereme *Export → Raster to Different Format*. Rastrové soubory formátu *.tif spojíme do tzv.: *Mosaika* – opět pravé tlačítko myši na soubor, ke kterému budeme přidávat ostatní rastry → *Load → Load Data*. V nabídce funkce je možné specifikovat metodu spojení (viz podkapitola 6.3.3.3)

➤ **Import měřených bodů**

Data, která byla obdržena metodou GNSS, byla vygenerována do textového souboru. Záměrem však bylo je začlenit do projektu, a proto bylo třeba z *.txt vytvořit *.shp. Tuto možnost nám také zprostředkovává *ArcCatalog*. Opět stiskneme pravé tlačítko myši na příslušném souboru a dále pokračujeme: *Create Feature Class → From XY Table...*

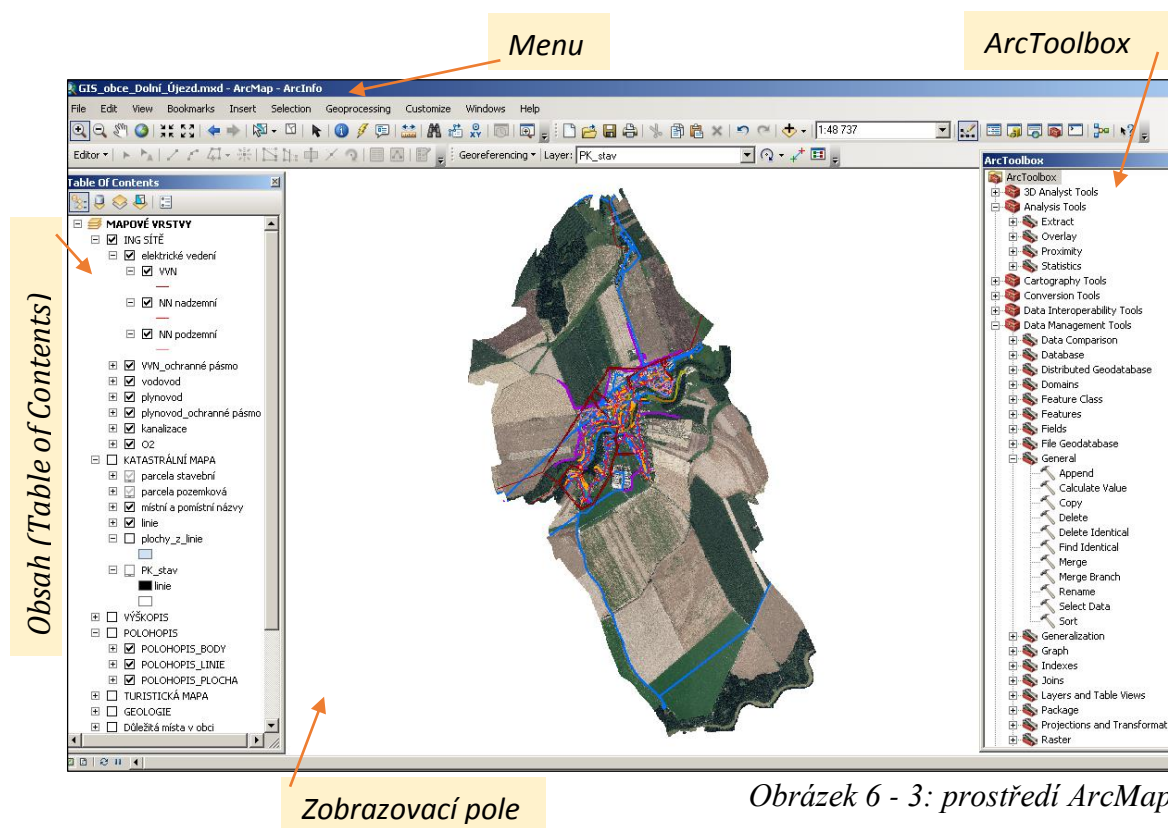
6.3.2 ArcMap

Představuje centrální aplikaci ArcGIS Desktop, slouží pro všechny mapové úlohy včetně kartografie, prostorových analýz a editace dat. *ArcMap* nabízí dva různé náhledy na mapu: zobrazení geografických dat a zobrazení výkresu mapy [10].

Jednotlivá geografická data jsou v mapě ztvárněna jako vrstvy. Každá vrstva obsahuje pouze jeden typ dat. Seznam všech vrstev začleněných do projektu je uveden v poli *Table of Contents*. Vrstvy se sdružují do skupin (*Group Layer*), které vznikají pod zvoleným datovým

rámcem (*Data Frame*). Projekt může obsahovat více datových rámců, které se navzájem neovlivňují. U každého rámce, skupiny a vrstvy lze zvolit specifické nastavení (*Properties*). Uživatel díky seznamu vrstev s daty pohodlně pracuje a edituje je. Data se do seznamu přidávají postupem *File* → *Add Data* (pro urychlení existuje na panelu nástrojů ikona *Add Data*). Vykreslení vrstev uvnitř zobrazovacího pole je závislé na pořadí vrstev v obsahu – nejvyšší vrstva ze seznamu se zobrazí jako první, každá další až pod předchozí.

Pohled na funkce *ArcMap* jako na možnosti zobrazení výkresu mapy poskytuje nejenom rámec geografických dat, ale i další mapové prvky – legendy, měřítko, severky a referenční mapy. Tyto nástroje budou blíže popsány v kapitole 6.5, nyní se však zaměřím na funkce týkající se zobrazení geografických dat.



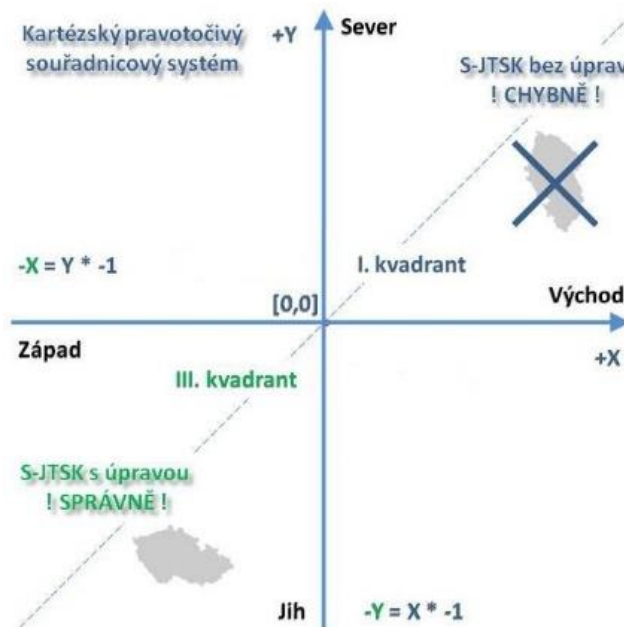
Obrázek 6 - 3: prostředí ArcMap

6.3.2.1 Práce v ArcMap

Mapový dokument, který vzniká při práci v *ArcMap* je ukládán jako soubor s příponou *.mxd. Na samotném začátku vytváření projektu je nutné nastavit nově založený mapový dokument. Parametry datového rámce se definují v záložce *View* → *Data Frame Properties*. Nejdůležitějším parametrem je volba souřadnicového systému. Z předdefinovaných systémů

je možné vybrat SS s geografickými nebo rovinným souřadnicemi. Diplomový projekt má nastaven souřadnicový systém *S_JTSK_Krovak_EastNorth* (*Projected CS* → *National Grids* → *Europe* → *S_JTSK_Krovak_EastNorth*) a za délkové jednotky jsou zvoleny *metry*.

GIS aplikace preferují zažitý pravoúhlý kartézský souřadnicový systém (kladná orientace os ve směru sever a východ), který je odlišný od orientace os S - JTSK (kladná orientace os ve směru jih a západ). Z tohoto důvodu se upravují originální souřadnice tak, aby došlo ke správnému zobrazení území do III. kvadrantu kartézského souřadnicového systému. Nesmí nás tedy překvapit, že po zvolení systému *S_JTSK_Krovak_East_North* se v projektu objeví záporné souřadnice.



Obrázek 6 - 4: úprava S-JTSK pro GIS

Ve chvíli kdy přidávané mapové vrstvy jsou v jiném SS než je systém celého projektu, *ArcMap* nás na tento nesoulad upozorní.

Při tvorbě projektu je i důležité mít na paměti fakt, že mapový dokument je soubor, který uchovává cesty k souborům obsahující data. Jsou dva způsoby, jak se tyto cesty zapisují: *Absolutní cesta* a *Relativní cesta*. *Absolutní cesta* vyžaduje naprosto stejnou strukturu adresářů od začátku až dokonce, na druhé straně *Relativní cesta* nenarušuje funkčnost dat při změně adresáře nebo změně PC. Pokud by došlo ke ztrátě cesty k některým datům, objeví se v obsahu červený vykřičník u poškozené vrstvy. Pro mé účely byla zvolena Relativní cesta: *File* → *Map Document Properties* → *Store relative pathnames to data sources*.

Dalším krokem po správném nastavení výchozího prostředí datového rámce je tvorba konkrétních mapových vrstev. Níže v textu jsou popsány operace, které byly v projektu *GIS Dolní Újezd* využity pro vznik vrstev z mapových podkladů nejčastěji. Jejich znalost je přínosná i pro jakýkoliv jiný projekt. Všechny nástroje pro definování, propojování,

exportování, importování, ale později i pro prostorové operace jsou umístěny v podaplikaci *ArcToolbox*.

➤ **Spojení dat**

Jsou-li k dispozici prvky stejného datového typu z různých zdrojů, lze je spojit do jednoho výstupního souboru. Pro tento účel existují dvě podobné funkce. První z nich je nástroj *Merge*, který kombinuje body, linie a polygony třídy prvků nebo tabulek do nově založeného výstupního souboru. Naproti tomu nástroj *Append* ukládá propojované prvky do již fungující datové sady a umí pracovat i s rastry. Cesta k oběma je: *ArcToolbox* → *Data Management Tools* → *General* → *Merge/Append*.

Této funkci bylo využito zejména ve vrstvě *Inženýrské sítě*, protože poskytnutá data byla obsažena v několika souborech.

➤ **Oříznutí dat**

V mnoha případech získaná data zasahují mimo rámec území našeho zájmu (obec, katastrální území atd.). Nástrojem *Clip* (*ArcToolbox* → *Analysis Tools* → *Extract* → *Clip*) lze oříznout vektorová data podle uživatelem zvolené masky. Maska musí být uzavřená plocha (polygon) a doslova se jedná o jakési “vykrajovátko“. Pokud chceme ořezávat rastrová data, musíme zvolit funkci *Extract by Mask* (*ArcToolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *Extraction* → *Extract by Mask*). Zmíněný nástroj odstraňuje buňky rastru ležící mimo oblast masky.

Nástroj *Extract by Mask* byl aktivní ve všech vrstvách z mapových podkladů s daty rastrové struktury. Funkce *Clip* sehrála svoji roli ve většině dat vektorové struktury.

➤ **Klasifikace dat**

Poté co jsou data spojena a ořezána, je dobré provést klasifikaci dat. Nejedná se už o nástroj z *ArcToolbox*, ale o jednu z možností nastavení vrstvy: *Layer Properties* → *Symbolology*. *ArcMap* dovoluje zobrazit prvky jedné vrstvy různými symboly dle odpovídajících atributů. Během zpracování projektu byla zvolena možnost *Categories* → *Unique value*. Tento typ spočívá v přidělení 1 symbolu všem prvkům se stejnou hodnotou ve zvoleném poli atributové tabulky. Případnou volbou *Symbolology* → *Quantities* lze vyjádřit kvantitativní atributy jako je počet obyvatel, velikost sídla atd. Zvolíme-li

Symbology → *Charts* vytvoříme mapu, kde budou prvkům přiřazeny a zobrazeny grafy znázorňující hodnoty několika atributů.

➤ **Popisky prvků**

Funkce *Label* zajišťuje popisný text k vybraným geoprvkům na mapě. V diplomovém projektu proběhlo automatické generování popisků: *Layer Properties* → *Labels*. Výběrem metody popisování (*Method*) dochází k nastavení požadovaných popisků. Zvolíme buď ...*the same way* -všechny prvky jsou popsány naprosto stejně, anebo ...*each class differently* – popisky jsou vyznačeny na základě rozdělení do tříd podle SQL dotazu. Následně nastavíme název atributu, podle kterého bude provedeno titulkování (*Label Field*). Dalšími možnostmi (*Other Options*) se například určuje pozice popisku nebo měřítko zobrazení popisku. Samozřejmě lze také definovat textovou symboliku - a to nejenom velikost, styl a barvu písma, ale i specifické pozadí písma atd.

➤ **Atributové tabulky**

Jak je zřejmé z úvodní teorie, geografická data mají vedle prostorového zobrazení i popisné informace ukládané v připojených databázích (*atributové tabulky*). Tabulku vyvoláme z nabídky příslušné mapové vrstvy – *Open attribute Table*. V možnostech vrstvy (*Layer Properties*) určíme, jaké sloupce budou v tabulce viditelné a v jakém pořadí se budou zobrazovat. *Atributové tabulky* lze editovat – přidávat a odebírat sloupce nebo i měnit obsah sloupců. *Atributová tabulka* má vlastní panel nástrojů, díky kterému můžeme vybírat prvky dle atributů (*Select by Attributes*) a vyvolávat řadu dalších možností (*Table Options*). Nový sloupec tabulky vznikne právě cestou: *Table Options* → *Add Field*. Sloupce reprezentují atributy příslušných objektů (řádků). Ke zjištění atributů určeného prvku se používá nástroj *Identify* – ikona umístěna na liště. V tabulce jsou vždy uvedeny dva atributy – *Shape* (tvar geometrického prvku) a *FID* (identifikátor objektu). Pro každý zvolený sloupec existuje další výčet možností, který se zobrazí po kliknutí pravého tlačítka myši na jeho záhlaví. Atributy tak můžeme vzestupně/sestupně řadit (*Sort Ascending/Descending*), definovat jejich hodnotu/obsah pomocí SQL dotazu (*Field Calculator*). Pokud pomocí *Field Calculator* vkládáme text do zvolených polí, musí být v uvozovkách. Vepsaný text může představovat i aktivní odkaz (na webové stránky, k přiloženým fotografiím) a je třeba ho uvést do provozu: *Layer Properties* → *Display* → *Hyperlinks* → *Support Hyperlinks using*

field → *Document/URL*. V případě, že chceme rušit jednotlivé objekty (tedy řádky) musíme být v režimu editace vrstvy: *panel nástrojů vrstvy* → *Edit Features* → *Start Editing*.

Během diplomového projektu došlo k editaci atributové tabulky každé vrstvy. Především byly přidávány doplňkové atributy o pořízených datech.

6.3.3 Skupiny vrstev z mapových podkladů

Tato podkapitola je věnována jednotlivým skupinám vrstev (*Group Layer*), které v projektu vznikly. Odkazují se na informace uvedené v předchozích částech textu a blíže rozebírám postupy, které si vyžadovala pouze konkrétní vrstva.

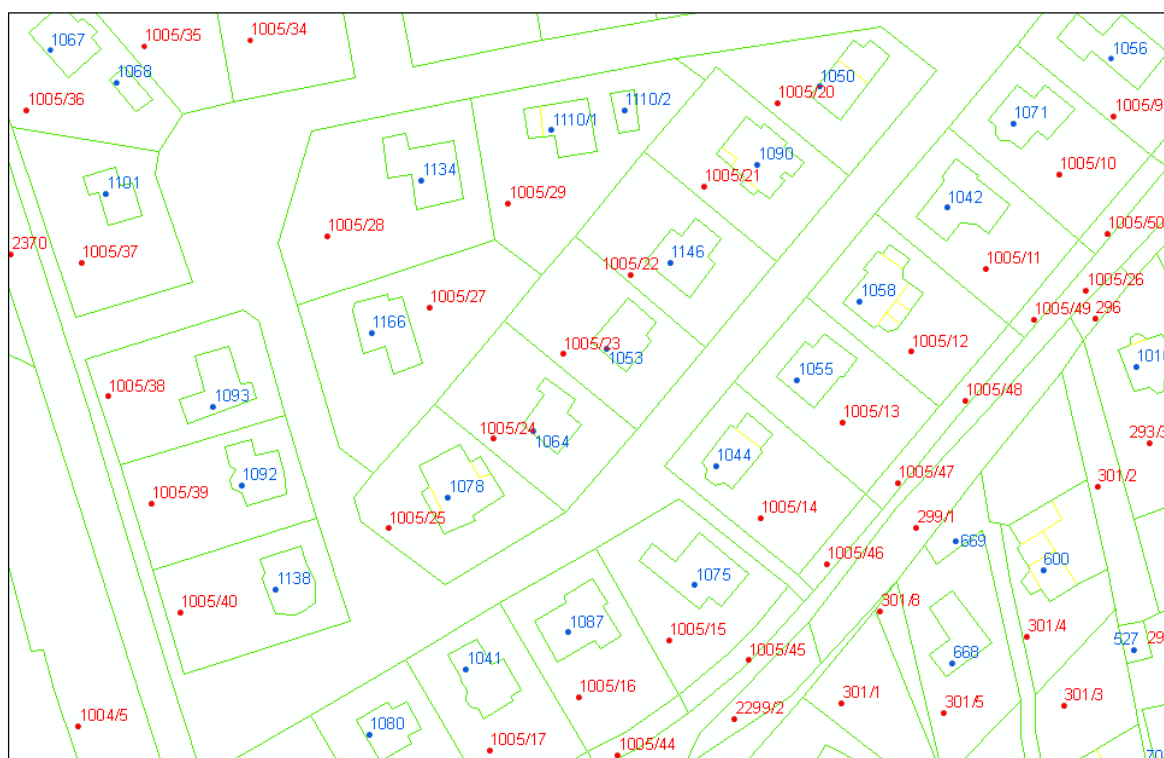
6.3.3.1 Katastr

Tematická skupina vrstev *Katastr* byla vytvořena jako první a obnášela nejvíce úskalí. Velkou komplikací představoval fakt, že v katastrálním území *Dolní Újezd u Litomyšle* je dosud platná analogová mapa v měřítku 1:2880. Katastrální pracoviště Svitavy z tohoto důvodu poskytlo pouze natransformované rastrové obrazy mapových listů zobrazující stav ke dni jejich skenování, které bylo třeba zvektORIZOVAT, aby nebyla narušena očekávaná funkčnost celého projektu. Pro vektorizaci posloužil geodetický program VKM. Rastrové obrazy byly na řadě míst těžko čitelné, a proto často probíhala kontrola správnosti mnou identifikovaných parcelních čísel s údaji uvedenými v aplikaci ČUZK *Nahlížení do katastru nemovitostí*. Mimo to bylo využíváno výhod programu VKM, který například upozornil na vkládání duplicitních parcelních čísel. Zvektrovaná data nejsou srovnatelná s digitální mapou, která vzniká při obnově katastrálního operátu novým mapováním, na podkladě pozemkových úprav nebo přepracováním dosavadních map. Tato data poskytují informace ve stylu orientační mapy parcel³. Soubor s příponou *.VKD2 byl v prostředí VKM nejenom vytvořen, ale i vyexportován do souboru *.dgn a všechny následující práce se již odehrávaly v aplikaci *ArcCatalog* či *ArcMap*.

V *ArcCatalogu* byl formát *.dgn převeden do *.shp pro linie a pro popis. Plošné prvky nebyly začleněny, protože by obsahovaly pouze neúplný výčet náležitých mapových znaků

³ Orientační mapu parcel tvoří zpravidla rastrové obrazy katastrální mapy a map dřívějších pozemkových evidencí přibližně transformované do S-JTSK, doplněné definičními body parcel, budov a vodních děl. Orientační mapa v S-JTSK je do obnovy rastrového obrazu katastrální mapy doplňována informativním zobrazením změn v katastrální mapě.[5]

(během vektorizace bylo upuštěno i od zaznamenání několika zakreslených, z rastru čitelných mapových znaků). Liniová vrstva se klasifikovala podle atributu *Level* na vlastnickou hranici a vnitřní kresbu. Textové vrstvy jsou dokonce tři: první (*Místní názvy*) obsahuje názvy obecních částí, druhá (*Parcela stavební*) a třetí (*Parcela pozemková*) vrstva poskytují popis parcelních čísel. Z důvodu napojení databáze *SPI* na poslední dvě zmíněné vrstvy, jsou od sebe oddělena parcelní čísla stavebních parcel od parcelních čísel pozemkových parcel. Je třeba zmínit, že při převodu parcelních čísel z VKM do *ArcMap* vznikl jistý nedostatek. Parcelní čísla ve VKM byla umístěna tak, aby se stala dobrými identifikátory příslušných parcel – definiční bod parcelního čísla (střed celého čísla) se nacházel na nejvhodnějším místě parcely. Avšak nově vzniklý shapefile popisné vrstvy určil definičním bodem počátek psaného textu (číslice). Důsledkem toho je v prostředí *ArcMap* mnoho parcelních čísel i se svým symbolem v nevhodné pozici. Jedná se spíše o estetický problém, který nenarušuje správnost použití. Všechny textové vrstvy mají vyznačené popisky dle zvoleného atributu – dle *Název* (1.vrstva), dle *Parcelní číslo* (2.a 3.vrstva). Kvůli přehlednosti je celá 2. a 3. vrstva v možnostech nastavení (*Layer Properties* → *General*) uzamčena pro měřítko 1:2000 a nižší.



Obrázek 6 - 5: výřez skupiny Katastr

Další etapou při vytváření skupiny *Katastr* bylo navázání *SPI*⁴ na vrstvy parcelních čísel. Aby *SPI*, získané z Katastrálního pracoviště Svitavy ve formátu *.vfk⁵, mohlo být využito v prostředí *ArcMap*, muselo se přepsat do formátu databáze *.mdb. Tento převod byl zajištěn opět pomocí programu VKM. Soubory s příponou *.mdb lze snadno editovat v programu *Microsoft Access*. V mém případě byl *Microsoft Access* především nástrojem pro seznámení se s obsahem jednotlivých datových bloků původního *.vfk. Editace datového bloku proběhla pouze v rámci bloku parcel (*PAR*), kam byl přidán nový sloupec *Parcelni_cislo*, do kterého se zapsaly sloučené údaje ze sloupce *Kmenove_cislo_par* a *Poddeleni_cisla_par*. Právě díky datovému bloku *PAR* a sloupci *Parcelni_cislo* mohlo být *SPI* postupně navázáno na mapové vrstvy *Katastr*.

V aplikaci *ArcMap* se nemusíme spokojit pouze s informacemi, které jsou pro daný prvek uvedeny v příslušné *atributové tabulce* vrstvy. Máme-li další informace o prvku v jiných tabulkách, je možné tabulky provázat a využít tak údaje z dalších tabulek. Propojení (relaci) *atributových tabulek* vytváří *ArcGIS* pomocí funkce *Join* nebo *Relate*. V obou případech je vztah založený na základě společného pole (sloupce) dotčených tabulek. Funkci *Join* zvolíme, pokud každému záznamu původní tabulky odpovídá právě jeden záznam další tabulky – vztah 1:1, anebo pokud více záznamů původní tabulky odpovídá jednomu záznamu nové tabulky vztah N:1. Na druhé straně funkce *Relate* propojuje tabulky při vztahu 1:N nebo N:M. To znamená - jednomu řádku původní tabulky odpovídá více řádků nové tabulky, nebo více řádků z jedné tabulky odpovídá více řádkům z druhé tabulky. Cesta k oběma funkcím je následující: *kliknutí pravého tlačítka myši na vrstvu nebo nabídka možností atributové tabulky (Table Options) → Joins and Relates → Joins / Relates*. V návaznosti na to se otevře okno s volbou parametrů spojení. Funkce *Joins* byla v diplomovém projektu prostředníkem pro provázání několika datových tabulek. Další informace tak obohatily

⁴ *SPI* = část katastrálního operátu, která zahrnuje údaje o katastrálním území, o parcelách, o stavbách, o bytech a nebytových prostorech, o vlastnících a jiných oprávněných, o právních vztazích a dalších stanovených právech a skutečnostech

⁵ *.vfk = přípona datového souboru výměnného formátu (NVF), který je textovým souborem skládající se z hlavičky a datových bloků. Každý z datových bloků NVF v sobě obsahuje informaci o attributech a jejich formátu následovanou vlastními datovými řádky. Výměnný formát je podrobně popsán v dokumentech o jeho struktuře, které jsou umístěny na webových stránkách ČÚZK.

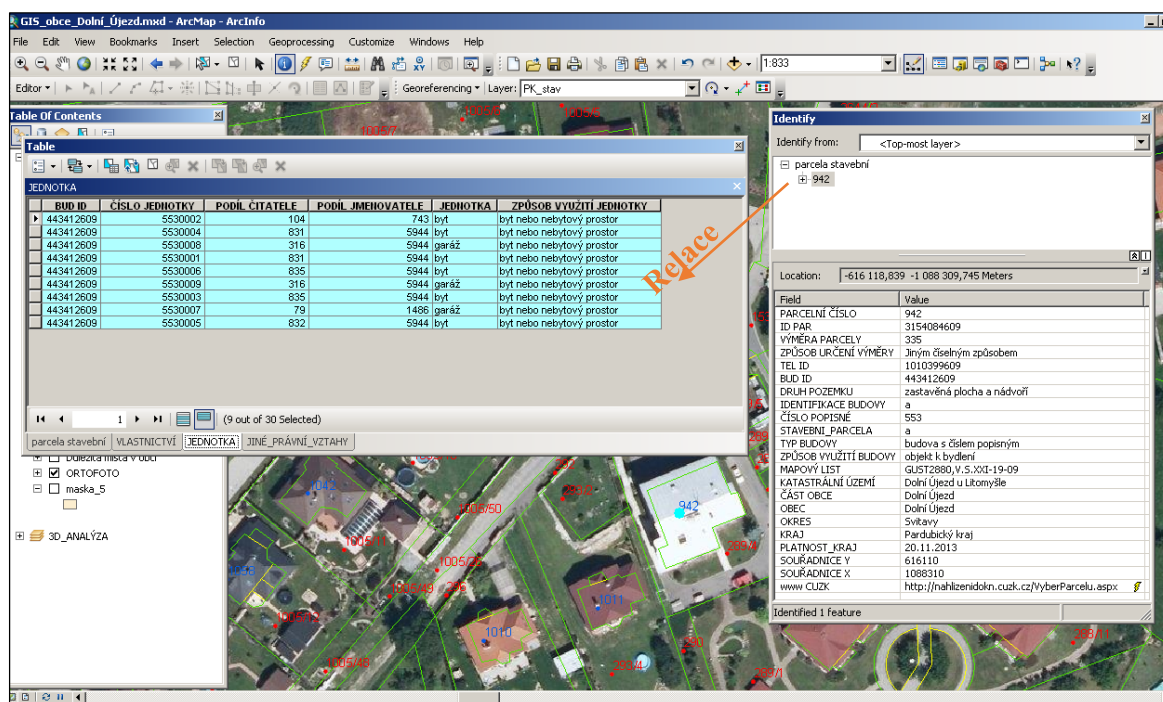
datovou tabulku *Parcely (PAR)*, *Jednotky (JED)*, *Vlastnictví (VLA)*. V nastavení parametrů byla zvolena možnost spojení *Join attriutes from a table* → vybrán název sloupce z první tabulky, podle kterého se data spojila → určena připojovaná tabulka.

Předložená tabulka nabízí přehled využitých datových bloků a naznačuje rozsah propojení tabulek funkcí Join.

<i>Původní tabulka</i>	<i>K ní připojovaná tabulka</i>
Parcely (<i>PAR</i>)	Budovy (<i>BUD</i>)
	Typ budov (<i>TYPBUD</i>)
	Způsob využití budovy (<i>ZPVYBU</i>)
	Obrazy definičního bodu (<i>OBDEBO</i>)
	Bonitní díly parcel (<i>BDP</i>)
	Způsob ochrany nemovitosti (<i>ZPOCHN</i>)
	Přiřazení způsobu ochrany k nemovitosti (<i>RZO</i>)
	Část obce (<i>CASOBC</i>)
	Nové kraje (<i>NKRAJE</i>)
	Okresy (<i>OKRESY</i>)
	Obce (<i>OBCE</i>)
	Katastrální území (<i>KATUZE</i>)
	Mapový list (<i>MAPLIS</i>)
	Způsob určení výměry (<i>ZPURVY</i>)
	Způsob využití pozemku (<i>ZPVYPO</i>)
	Druh pozemku (<i>DRUPOZ</i>)
Jednotky (<i>JED</i>)	Typ jednotky (<i>TYPJED</i>)
	Způsob využití jednotky (<i>ZPVYJE</i>)
Vlastnictví (<i>VLA</i>)	Bližší charakteristiky oprávněného subjektu (<i>CHAROS</i>)
	List vlastnictví (<i>TEL</i>)
	Oprávněný subjekt (<i>OPSUB</i>)
Jiné právní vztahy (<i>JPV</i>)	

Tabulka 6 - 2: relace datových bloků

Díky uvedenému propojení došlo k správnému provázání datových tabulek s atributovou tabulkou vrstvy *Parcela pozemková* a *Parcela stavební*. Tyto tematické vrstvy byly propojeny s datovou tabulkou *Parcely* funkcí *Joins* a s datovými tabulkami *Jednotky*, *Vlastnictví* a *Jiné právní vztahy* funkcí *Relates*. Funkci *Relates* nastavíme podobně jako *Joins*. V okně parametrů provedeme: volbu pole z atributové tabulky, které bude použito pro relaci tabulek → výběr tabulky pro propojení a pole z nové tabulky → nastavení názvu vztahu. Propojené tabulky zůstávají zobrazeny samostatně, jejich vazbu vyvoláme touto cestou: *otevření atributové tabulky*, ke které je propojení nastaveno → *výběr prvku*, ke kterému chceme zobrazit informace z propojené tabulky → *Table Options* → *Related Tables* a zvolíme název tabulky, ke které chceme získat informace. Údaje o relacích vztažených k vrstvě lze zjistit v *Layer Properties* v záložce *Joins a Relates*.

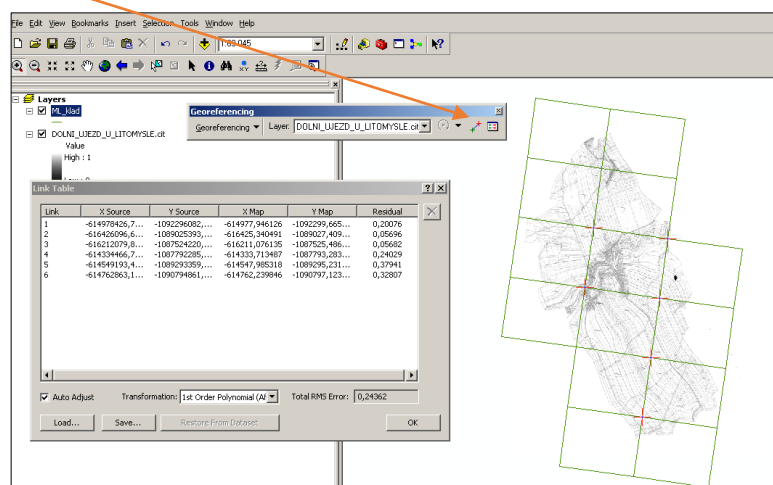


Obrázek 6 - 6: výsledné údaje o parcele – vrstva Katastr

Do skupiny *Katastr* je také zařazena vrstva *PK stav*. Tato vrstva zobrazuje mapu pozemkového katastru. Podklady zprostředkované katastrálním pracovištěm Svitavy byly ve formátu*.cit.

Po načtení rastru (ať už se jedná o rastrová data získaná skenováním, leteckým snímkováním nebo družicovým snímkováním) řeší ArcGIS dva základní problémy –

pyramidování rastru a souřadnicové umístění (georeferencování) rastru. Pyramidování představuje uložení dat menšího rozlišení pro rychlejší práci. Možnost Pyramidování je nabízena automaticky vyvolaným oknem ihned po vložení rastru. Takto vzniklé soubory mají formát*.rrd. Georeferencování znamená poskytnutí informace o použitém SS a definování umístění rastru. Celistvý rastr *DOLNI_UJEZD_U_LITOMYSLE.cit* byl tedy nejen Pyramidován ale i Georeferencován (*Customize → Toolbars → Georeferencing*). Zmíněnou cestou se objeví nástrojová lišta pro georeferencování – postupně pomocí příslušné ikony označíme dostatečný počet identických bodů.



Obrázek 6 - 7: georeferencování rastrového obrazu

V diplomovém projektu se stalo identickými body 6 rohů mapových listů (ML). Byl tedy vytvořen shapefile *ML.shp* (původ této vrstvy je v programu VKM), na který byl natrasformován rastrový soubor. Díky funkci z nástrojové lišty: *Georeferencing → Auto Adjust* se ihned po označení dvojice identických bodů zobrazí předběžná poloha rastru. Transformaci ukončíme *Georeferencing → Update georeferencing*, tímto příkazem se k danému rastru zapíší další dva formáty *.aux (informace o SS) a *.xml (otevřený výměnný formát geodatabáze). Pokud bychom chtěli do souboru *.aux a *.xml nastavit SS, lze to provést v ArcCatalogu. Vrstva *PK stav* byla ve finále klasifikována – černý zákres, bílý podklad a v možnostech nastavení (*Layer Properties*) uzamčená od měřítka 1:1000

Výsledné zobrazení skupiny *Katastr* nabízí grafický přehled jednotlivých parcel s parcelními čísly, ke kterým jsou navázány informace z datových bloků. Příkazem *Identify* se zobrazí obecné údaje o parcele a přidáný atribut (internetový odkaz: *Nahlížení do katastru, ČUZK*) – pokud chceme zjistit další informace, je třeba vyvolat relační vztah

Vlastnictví, Jiné právní vztahy nebo *Jednotky* (*Jednotky* jsou provázány pouze s vrstvou *Parcela stavební*). Vrstva *PK stav* informuje o dřívějším stavu včetně parcel zjednodušené evidence.

6.3.3.2 Inženýrské sítě

Jak je zřejmé z kapitoly 6.2, poskytovatelem zdrojových dat byl obecní úřad Dolní Újezd. Zpracování všech 5 dílčích podsložek celé skupiny s názvem *Inženýrské sítě* proběhlo identickým postupem. Nejprve byla data převedena z formátu *.dgn / *.dwg do formátu *.shp a následně upravena: *spojení vektorových dat, oříznutí vektorových dat a klasifikace dat* (viz kapitola 6.3.2.1). Všechny nově vzniklé vrstvy jsou liniového typu. Data jsou klasifikována pouze barevně – nebyla využita knihovna čar. Tato skupina vrstev nepřinesla žádnou velkou komplikaci při tvorbě. Časově nejnáročnější bylo utřídit data získaná od obce – obec zprostředkovala několik souborů *.dgn a *.dwg, které obsahovaly buď jen určitý úsek sítě anebo byly dané sítě součástí komplexně zaměřeného polohopisu.

1) Elektrické vedení

Elektrické vedení tvoří podskupinu stmelující vrstvy: *VVN* (kabely velmi vysokého napětí), *NN podzemní* (podzemní kabely nízkého napětí) a *NN nadzemní* (nadzemní kabely nízkého napětí). V souběhu s rozvody nadzemních kabelů nízkého napětí jsou v obci vedeny kabely veřejného osvětlení, proto pro ně neexistuje samostatná vrstva. V atributových tabulkách podskupiny *elektrické vedení* jsou uvedena tato pole: *Typ, Pořízení dat, Zpracováno, Provozovatel*. V rámci celé skupiny *Inženýrské sítě* lze otevřít vrstvu *VNN ochranné pásmo* – jedná se o vrstvu, která vykresluje rozsah ochranného pásma kolem velké části *VVN* a také vrstvu *Rozhlas*. Poslední zmíněná vrstva vznikla společně se skupinou *Důležitá místa obce* (viz kapitola 6.3.3.7) avšak kvůli svému významu byla nakonec zařazena mezi *Inženýrské sítě*.

2) Vodovod

Podskupina *Vodovod* obsahuje dvě vrstvy: *Potrubí* a *Objekty vodovodu*. Jeden ze sloupců atributové tabulky vrstvy *Potrubí* je *Popis materiálu*. Obsah tohoto sloupce vychází z údajů zaznamenaných v příslušném *.dgn, ale ne u každého prvku je uvedena příslušná informace. Mezi další sloupce patří: *Část, Pořízení dat, Zpracováno, Provozovatel, Správce*. Vrstva *Objekty vodovodu* je také liniovou vrstvou, i když poskytuje geografická data objektů jako jsou hydranty, vodní šachty, vpustě, uzávěry atd. Atributová tabulka k těmto objektům nabízí stejné informace jako předchozí vrstva doplněné o *Druh objektu*.

3) Plynovod

Linie z vrstvy *Plynovod* se rozkládají pouze na území centrální části celé obce. V přidružených osadách (Jiříkov, Václavky) se zatím plynárenské zařízení nenachází. Atributová tabulka nabízí stejný výčet sloupců jako vodovod. Plynovodní potrubí je až na drobné výjimky středotlaké. Výjimku tvoří nízkotlaké potrubí v okolí DPS (Dům s pečovatelskou službou). Do projektu je začleněna i vrstva *Plynovod_ochranné pásmo*.

4) Kanalizace

Kapitoly 2 informuje, že v obci Dolní Újezd probíhá výstavba kanalizace. Dokončena je pouze I. etapa. Proto podskupina *Kanalizace* obsahuje hned několik vrstev: *Prvotní kanalizace*, *Objekty prvotní kanalizace*, *I. etapa kanalizace*, *Objekty I. etapy kanalizace a Nezačleněné potrubí*. Vrstva *Prvotní kanalizace* znázorňuje průběh kanalizačního potrubí, které existovalo před I. etapou a je dnes I. etapou doplněno. *Nezačleněné potrubí* obsahuje prvky jednotlivých úseků potrubí, které prozatím nejsou součástí kanalizační sítě (změnu lze očekávat realizací II. etapy výstavby). Objektové vrstvy jsou opět liniového typu a obsahují kanalizační šachty, vpustě, shybky. V jednotlivých atributových tabulkách najdeme pole s označením *Typ*, *Část*, *Popis materiálu/objektu*, *Pořízení dat*, *Zpracováno*, *Provozovatel*, *Správce*. Kromě liniových vrstev se v podskupině *Kanalizace* objevuje i vrstva *Popis*, díky které jsou popsány úseky jednotné kanalizace spadající do I. etapy.

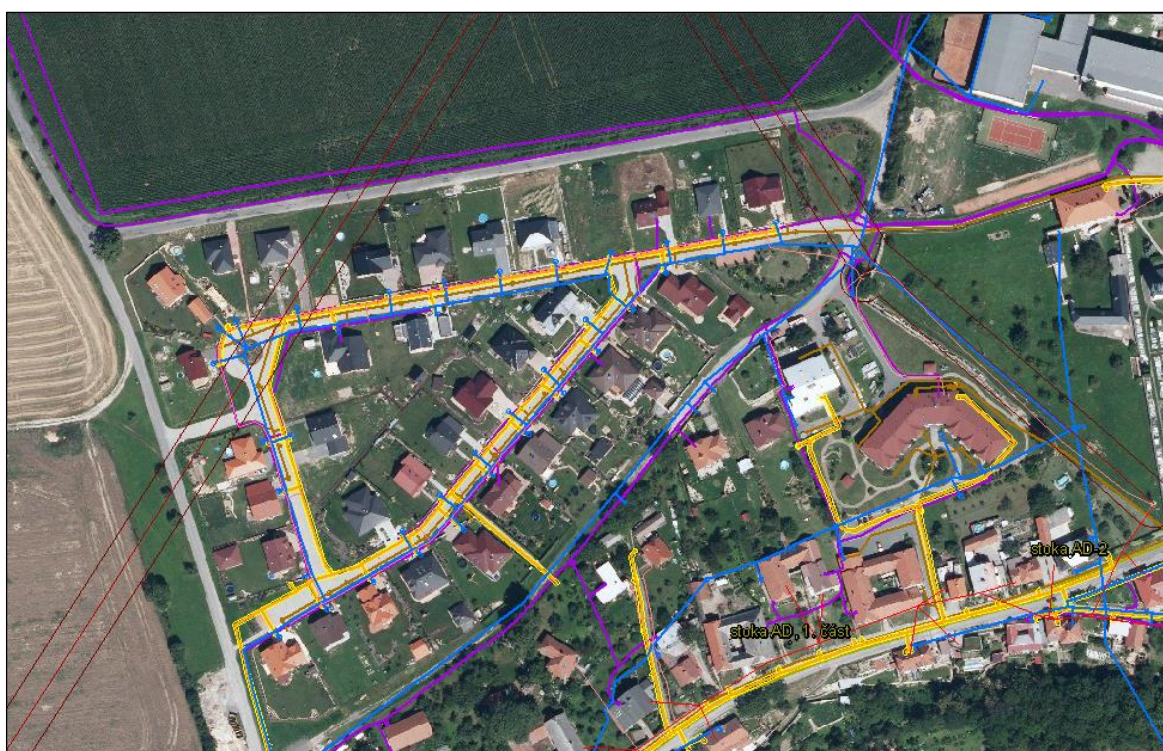
5) O2

Podskupina *O2* má také dvě vrstvy. *Vedení O2* zobrazuje průběh telefonních kabelů a díky vrstvě *Objekty O2* disponujeme s geografickými informacemi o rozvaděčích, telefonní ústředně atd. V atributových tabulkách jsou sloupce se stejným obsahem jako předchozích podskupinách.

6.3.3.3 Ortofoto

Popisovaná vrstva vznikla z 11ti ortofo snímků, každý z nich alespoň z části pokrývá území obce Dolní Újezd. Jeden snímek (přesnost 50cm/pixel) odpovídá velikosti plochy 2,5x2 km. Poskytovatelem rastrových obrazů bylo ČUZK. Snímky byly nejprve zpracovány v aplikaci *ArcCatalog*. Dle kapitoly 6.3.1.1 vznikla ze všech 11ti snímků jedna *Mosaika*. Nastavením příslušné funkce můžeme ovlivnit vzhled výsledné *Mosaiky* – lze vybrat metodu, která určuje hodnotu výstupních buněk překrývajících se oblastí (*Mosaic operator*) a také metodu, která definuje zdroj barevnosti výstupního rastru (*Mosaic Color Mode*).

V diplomovém projektu se využilo předdefinovaného nastavení systémem: *Mosaic Operator* → *LAST a Mosaic Colormap Mode* → *FIRST*. Nově založená *Mosaika* byla otevřena aplikací *ArcMap* a následně byla potvrzena nabídka *Pyramidování*. K dalšímu kroku posloužila funkce *Extract by Mask*, díky které byla ořezána plocha *Mosaiky* mimo katastrální území Dolní Újezd u Litomyšle. Závěrečným detailem tvorby *Ortofota* se určilo barevného rozložení vrstvy. Z obecného rozložení barev *Mosaiky* se opět přešlo na barevné rozložení původních mapových snímků: *Properties* → *Symbology* → *RGB Composite* → *Stretch* → *None*.



Obrázek 6 - 8: výřez skupiny Inženýrské sítě v soutisku s Ortofoto

6.3.3.4 Výškopis a Polohopis

Tyto dvě samostatné skupiny vrstev jsou založené na geografických datech ze ZABAGED⁶, který je v obecné míře často využívaným datovým zdrojem pro tvorbu GIS a základních map ČR měřítek 1:10 000 až 1:100 000. Více informací o daném produktu nalezneme na webových stránkách ČUZK [10].

⁶ Označení pro Základní bázi geografických dat = digitální vektorový geografický model území České republiky, který spravuje Zeměměřický úřad.

6.3.3.5 Turistická mapa

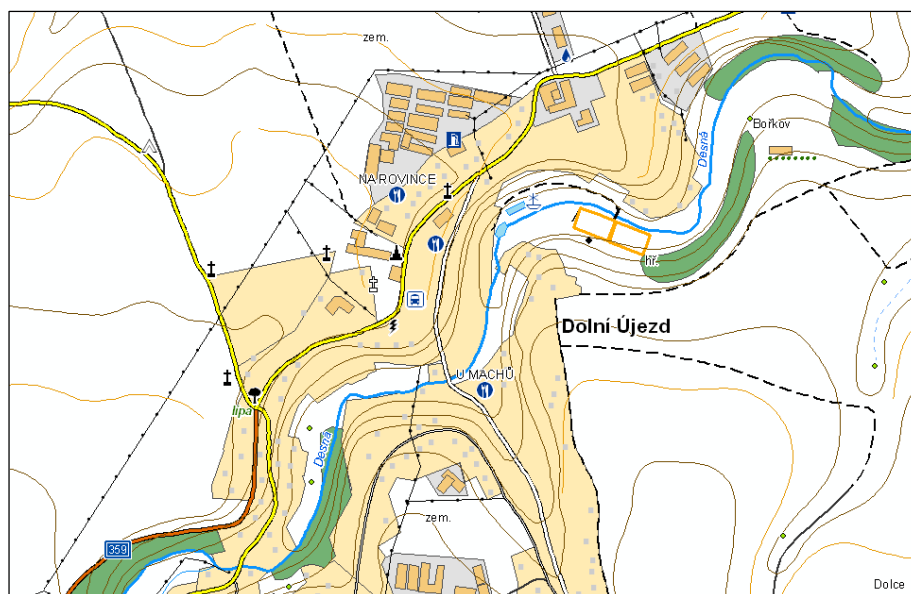
Turistická mapa jako tematická skupina diplomového projektu nedosahuje vysoké přesnosti a tvoří spíše složku informační. Firma SCHOCart spol. s.r.o. nabízí podklady pro tvorbu map v měřítku 1:20 000 a menší. Proto mě nepřekvapilo, že se zobrazení určitých míst turistické mapy v porovnání s ostatními vrstvami projektu liší i v řádech metrů.

Zpracování *Turistické mapy* přineslo několik nových otazníků a následně poznatků do celého procesu tvorby projektu. První úskalím byl souřadnicový systém získaných dat.

GIS obecně kombinuje mapy z různých zdrojů a kartografických zobrazení. V takovém případě je nutná transformace, která může výrazně ovlivnit kvalitu výsledného produktu GIS. Je důležité věnovat transformaci patřičnou pozornost, protože její vinou může dojít ke ztrátě prostorové přesnosti a přesnosti atributových dat.

Podklady od firmy SCHOCart spol. s.r.o. vznikly v souřadnicovém systému S-42, ale příslušné shapefielidy neměly souřadnicový systém nastavený. Při nutném definování SS jednotlivých vrstev bylo třeba uvážit výběr. Systém S-42 je rozdělen do tzv. zón, na kterých také záleží. Cesta k požadovanému SS byla v *ArcCatalog* následující: *Shapefile Properties* → *XY Coordinate System* → *Projected Coordinate Systems* → *Gauss Kruger* → *Pulkovo 1942* → *Pulkovo 1942 GK Zone 3*. Poté byla i nadále v prostředí *ArcCatalog* provedena transformace datových sad do S-JTSK: *ArcToolbx* → *Data Management Tools* → *Projections and Transformations* → *Feature* → *Project*. Další kroky byly provedeny v rámci aplikace *ArcMap*. Bodové, liniové i plošné shapefielidy byly ořezány projektovou maskou. Ořezávání plošné vrstvy přineslo další dříve neznámou problematiku. První pokusy ořezání ploch byly neúspěšné. Příčina byla ve špatné topologii, proto musela být vrstva s plošnými prvky editována. Postupnou editací plošek za pomoci nástrojové lišty editace a projektové masky byla vrstva připravena pro klasifikaci. Klasifikace vrstev proběhla stejným způsobem jako u datových sad ze ZABAGED®, stejně tak i atributové tabulky byly doplněny o sloupce s údaji o pořízení a zpracování dat.

Celá datová skupina Turistická mapa je kvůli své přesnosti uzamčena pro měřítko 1:10 000 a vyšší. Musím také konstatovat, že data poskytnutá firmou SCHOCart spol. s.r.o. jsou neaktuální a nelze se plně na tuto vrstvu spoléhat. Například chybí zákres většiny autobusových zastávek a restauračních zařízení.



Obrázek 6 - 11: výřez skupiny Turistická mapa

6.3.3.6 Geologie

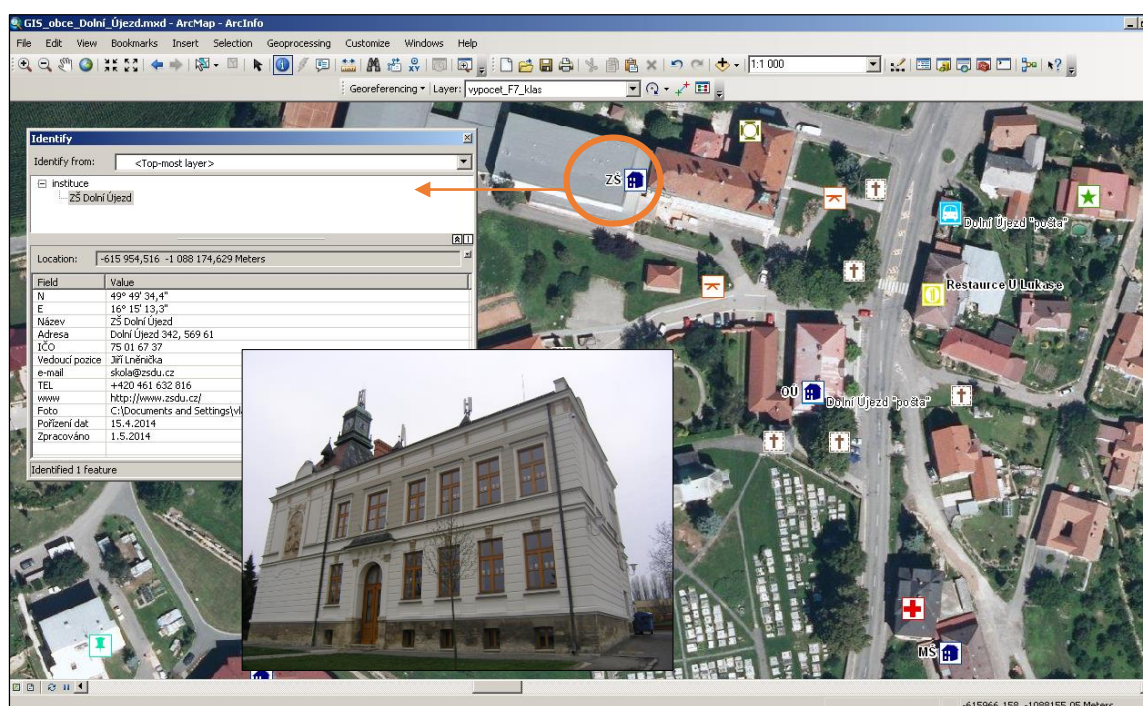
Skupinu *Geologie* tvoří liniové vrstvy sdružující se do podskupiny *Zlomy* a plošné vrstvy umístěné do podskupiny *Horniny*. Datové soubory zprostředkované Českým geologickým ústavem byly ve formátu *.shp a poskytovaly údaje týkající se pouze katastrálního území Dolní Újezd. Jednalo se tedy o časově nejméně náročnou vrstvu na zpracování. Byla pouze provedena klasifikace dat s využitím knihoven ESRI a atributová tabulka byla doplněná o již známé sloupce: *Pořízení dat*, *Zpracováno*

6.3.3.7 Důležitá místa obce

Tato skupina vrstev je určena pro zobrazení ve spojení s Ortofoto. Každá z 12 bodových vrstev nás informuje o důležitých místech v obci, které mají podobný významový charakter – *Instituce*, *Spolky*, *Péče o zdraví*, *Pohostinství a restaurace*, *Obchody*, *Služby*, *Sportoviště a hřiště*, *Lavičková posezení*, *Firmy*, *Podnikatelé*, *Bus zastávky*, *Kontejnery*. Vrstva *Firmy* obsahuje subjekty (s.r.o), které mají zápisem v obchodním rejstříku sídlo v Dolním Újezdě. Mezi prvky vrstvy *Podnikatelé* jsou zařazeny osoby podnikající dle živnostenského zákona nezapsané v obchodním rejstříku. V obci samozřejmě žije velká většina lidí s oprávněním k živnosti, do vrstvy však byli zaznamenáni pouze ti podnikatelé, kteří svoji činnost oficiálně prezentují v obci.

Zpracovávaná data mají svůj původ v již dříve popisovaném sběru dat metodou GNSS (kapitola 6.2). Kromě toho se pro několik prvků (zejména ztvárňující budovy) stal zdrojem polohy údaj definičního bodu parcely (ze skupiny *Katastr*). Data z turistické GPS byla nahrána do programu Mapsource⁷, ze kterého se vyexportovaly souřadnice bodů do textového souboru. Získaná data byla v souřadnicovém systému WGS 84, proto byla nutná transformace do S-JTSK. Změny souřadnicového systému se docílilo využitím převodního programu, který je volně dostupný na webových stránkách klubu Geospeleos [11]. Symbolika všech prvků pramení z knihovny ESRI mapových znaků. Symbol je závislý na příslušnosti prvku k dané vrstvě. Velký díl práce byl spojený s tvorbou atributových tabulek, do kterých byly podle charakteru vrstvy začleněny sloupce: *název objektu*, *adresa objektu*, *otevírací doba*, *majitel/předseda/jednatel*, *www*, *e-mail*, *telefonní číslo*, *IČO* a odkaz na fotografii.

Skupina *Důležitá místa v obci* je aktuální a pro řadového uživatele velmi atraktivní.

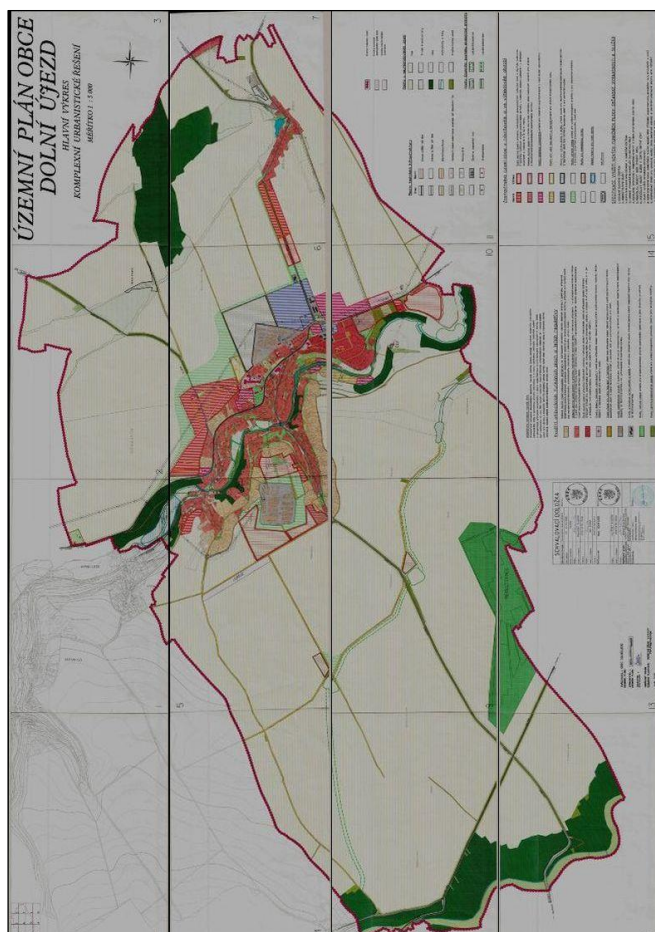


Obrázek 6 - 12: ukázka funkčnosti skupiny *Důležitá místa obce*

⁷ **MapSource** je název programu, který je schopen na PC pracovat s podrobnými mapami vhodnými pro navigace značky Garmin. Program MapSource dokáže na PC mapy nejen zobrazit, zvětšovat, zmenšovat či posouvat, ale je schopen nad podrobnou mapou plánovat trasy, vytvářet body a tyto prvky přenášet z PC do GPS navigace a naopak.

6.3.3.8 Územní plán

Vrstva Územní plán vznikla na závěr tvorby výše popisované fáze celého projektu. Do poslední chvíle jsem nebyla přesvědčena o vhodnosti jejího začlenění. Územní plán katastrálního území Dolní Újezd u Litomyšle je pouze v analogové podobě a v současné době se pracuje na jeho obnově. Městský úřad Litomyšl poskytl 4 dílčí části výkresu ve formátu *.pdf. Výkresy nejsou georeferencovány, k jejich panoramatickému spojení došlo v editačním prohlížeči InfranView. Nově vzniklý soubor s příponou *.jpg byl v ArcCatalogu převeden do rastrového formátu *.mdb. Pomocí nástrojové lišty georeferencování v prostředí ArcMap byl rastr umístěn na správné místo a poté ořezán (*Extract by Mask*) již dříve využívanou maskou. Vytvořená vrstva *Územní plán* nedosahuje dobré kvality, jedná se pouze o nastínění aktuální podoby územního plánu, který bude v blízké době nahrazen novým.



Obrázek 6 - 13: panoramatické spojení dílčích výkresů UP

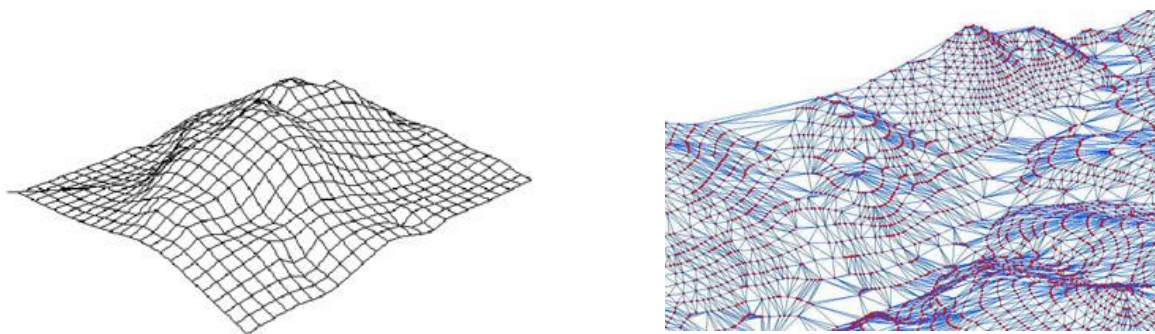
6.4 ANALÝZA NAD DATY

Analýzy představují další fázi celkové tvorby GIS projektu. Pod záštitou tohoto kroku vzniká digitální model reliéfu (DMR) někdy nazývaný digitální model terénu (DMT)⁸. Reliéf je označován za základní datovou vrstvu většiny GIS, může být například ztvárněn barevnou hypsometrií, stínovým reliéfem nebo v soutisku s vybranou tematickou vrstvou. Je tedy zřejmé, že DMR často slouží jako datový zdroj jednotlivých analýz.

Existují 3 způsoby reprezentace povrchu: *vrstevnicový model*, *pravidelný čtvercový rastr (GRID)*, *triangulated irregular networks (TIN)*. Druhá a třetí možnost (*GRID* a *TIN*) je zástupcem spojitých datových struktur. Ze zmíněného faktu pramení řada výhod pro realizaci analýzy povrchu.

GRID patří mezi pravidelné rastrové struktury, kde je povrch rozdělen do matice buněk, které mají pro jednoduchost výpočtu nejčastěji tvar čtverce. Každá buňka je nositelem nadmořské výšky vztahující se ke středu čtverce (grid) nebo uzlu mřížky. Předpoklad, že proměnlivost buněk je matematicky kontinuální, umožňuje snadno provádět statistické analýzy.

TIN vychází z nepravidelné sítě, tvořené nepřekrývajícími se přilehlými trojúhelníky, kdy každý z vrcholů se souřadnicemi x, y, z je nositelem výškových hodnot. Trojúhelníky jsou voleny tak, aby uvnitř kružnice opsané trojúhelníku neležel žádný jiný bod.



Obrázek 6 – 14: ukázka modelu GRID a TIN

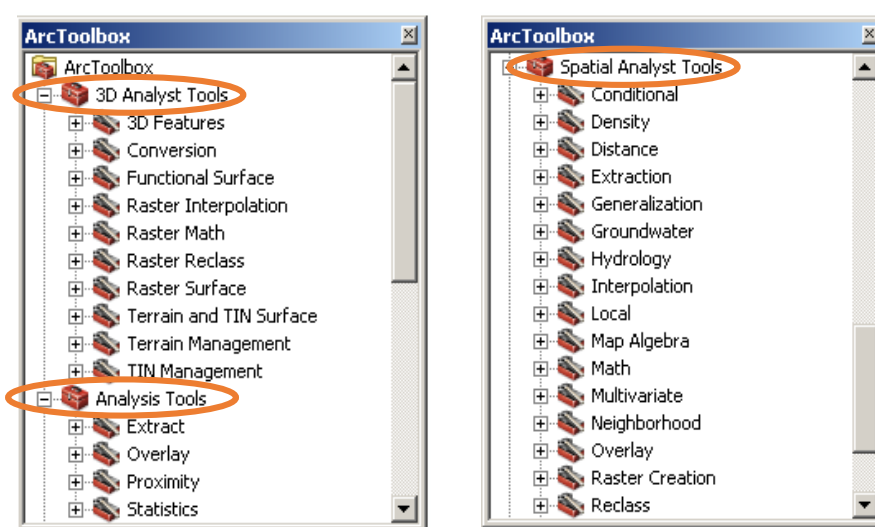
⁸ DMR, DMT = digitální reprezentace zemského povrchu v paměti počítače, složená z dat a interpolačního algoritmu, která umožňuje mj. odvozovat výšky mezilehlých bodů [5]

Model *TIN* disponuje ve srovnání s ostatními modely s několika výhodami. Mezi klady patří možnost zahrnutí vstupního měření (body) – na rozdíl od pravidelného rastru, kde dochází k interpolaci vstupních dat. Za výhodou lze také označit hustotu vzorkování, která je adaptibilní vzhledem ke vstupním datům. Díky tomu je často vytvořena oblast hustě pokrytá body s malými trojúhelníky (oblast členitého terénu) vedle oblasti s řídkým pokrytím a velkými trojúhelníky (oblast konstantního sklonu) [12].

Po krátkém teoretickém nástinu obsahuje tato podkapitola detailnější popis vzniku konkrétních vrstev diplomového projektu na základě provedených analýz. Nově vytvořená skupina vrstev *Analýzy* v projektu *GIS Dolní Újezd* obsahuje:

- model TIN, GRID
 - sklonová mapa terénu
 - expoziční mapa terénu
 - vrstevnice
 - stínová mapa terénu
 - mapa viditelnosti terénu
 - prostorová analýza - lavičková zóna
- } povrchové analýzy

Veškeré nástroje pro analýzy jsou umístěny v nabídce *ArcToolbox* (viz obrázek 5-8). Tvorba analýz není náročná, ale je velmi důležité dbát na správnou volbu parametrů.



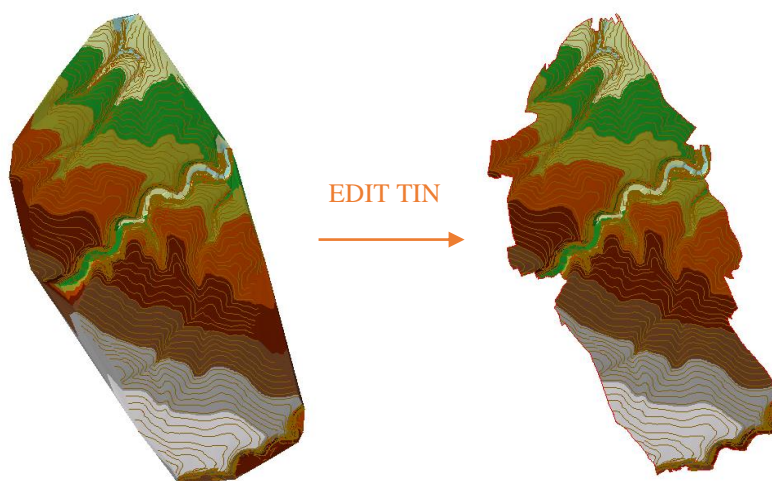
Obrázek 6 – 15: okno nástrojů *ArcToolbox*

6.4.1 Model TIN

Pro vznik jakéhokoliv DMT je třeba základních konstrukčních prvků, které charakterizují průběh terénu. Jedná se buď o *body* (většinou tvoří základní kostru), *linie* (většinou zpřesňují popis terénních nespojitostí a různých liniových prvků) anebo *plochy* (většinou popisují zvláštní plošné prvky povrchu terénu). V diplomovém projektu byly za konstrukční prvky zvoleny linie. Tento vstupní soubor měl původ v datové sadě ZABAGED®, která nabízí 3D vrstevnice. Pro dané účely byly vybrány *hlavní vrstevnice*, *základní vrstevnice* a *doplňkové vrstevnice* a následně spojeny (*Merge*) do jedné vrstvy.

Cesta k požadované funkci *Create TIN* je následující: *3D Analyst Tools* → *TIN Management* → *Create TIN*. Dialogové okno funkce nabízí volbu stěžejních parametrů, postupně se tak definuje '*in_feature_class*' – vektorová vrstva určená k modifikaci reliéfu, '*height_field*' – zdroj s informací o nadmořské výšce geopravku z dané vrstvy, '*SE_type*' – výběr jak se bude geoprvek zapojovat do tvorby modelu *TIN*, '*tag_field*' – celé číslo (značka) přidělené určitému trojúhelníku. V rámci '*SE_type*' se setkáme se třemi možnostmi: '*Hard line*' (povinné lomové hrany), '*Soft line*' (linie typu vrstevnice), '*Mass point*' (výškové body). Výsledný model *TIN* je uložen ve formě 9 souborů s příponou *.adf.

Poté co byl vytvořen model *TIN*, bylo nutné provést jeho ořez podél požadované hranice, v případě *GIS Dolní Újezd* podél hranice k.ú. Dolní Újezd u Litomyšle. Možnost ořezání nabízí dialogové okno pro editaci: *3D Analyst Tools* → *TIN Management* → *Edit TIN*. Kromě výběru ořezávací plošné masky je třeba nadefinovat další parametry. Tím nejzásadnějším parametrem je '*height_field*', pro který volíme možnost '*NONE*', aby výška masky nebyla započítána do výpočtu.



Obrázek 6 – 16: neořezaný/ořezaný model *TIN* +konstrukční prvky (vrstevnice)

Závěrečným detailem byla klasifikace nově vytvořené vrstvy, během které lze barevně rozlišit okrajové hrany modelu (*Edge types*) nebo intervaly nadmořské výšky (*Elevation*). Katastrální území Dolní Újezd u Litomyšle se rozkládá ve výškovém intervalu od 354 do 474 m.n.m a v rámci klasifikace bylo nadefinováno 12 úseků po 10 metrech. Podoba výsledného modelu *TIN* nabízí tedy údaje o reliéfu i pomocí barevných odstínů (*hypsometrie*).

6.4.2 Model GRID

Tvorba modelu *GRID* vycházela z již určeného modelu *TIN*. Byl zvolen následující postup: *3D Analyst Tools* → *From TIN* → *TIN to Raster*. Výsledný rastr má parametry systémového nastavení (data určená lineární interpolací, 32 bitový typ dat). Jediná změna od výchozího nastavení byla provedena ve vztahu velikosti buněk výstupního rastru, kdy se zvolila hodnota 0,5m. Na základě nabídky *Symbology* jsou data modelu *GRID* plynulě zobrazena – *stretched*.

6.4.3 Sklonová mapa terénu

Sklon, změna nadmořských výšek ve směru spádové křivky, je v praxi velmi rozšířenou veličinou, která vstupuje do řady rozsáhlých analýz. Tuto veličinu lze vyjádřit ve stupních nebo procentech, diplomový projekt poskytuje přehled sklonů ve stupních. V případě rastru je sklon počítán pomocí hodnoty z daného bodu a jeho sousedních bodů. Pokud se jedná o model *TIN*, má každý trojúhelník tyto informace uloženy jako samostatné hodnoty.

Pro výpočet sklonu slouží funkce *Slope*. *GIS Dolní Újezd* obsahuje vrstvu *Sklonová mapa terénu* jejímiž vstupními daty byl model *TIN*. Právě z důvodu využití modelu *TIN* byla zvolena následující cesta k funkci: *3D Analyst Tools* → *Terrain and TIN Surface* → *Surface Slope* (funkci *Slope* nalezneme i v nabídce *Rastr Surface*). Dialogové okno funkce umožňuje volbu nastavení, za zmínku stojí parametr *Class Breaks Table*. Prostředí *ArcGis* má předdefinované intervaly sklonů (pro stupně: 0.57°, 1.43°, 2.66°, 5.71°, 12.13°, 24.89°, 45.00°, 90.00°), během zpracování řešeného projektu však byla využita možnost vytvoření vlastní tabulky sklonů (v programu Microsoft Access), která obsahovala 7 kategorií (dle Demka⁹, 1988).

⁹ Prof. RNDr. Jaromír Demek DrSc. je český geograf a geomorfolog. Ve svých vědeckých pracích se věnoval zejména svahovým pohybům a vlivu mrazu na geomorfologické pochody.

<i>Sklon[°]</i>	<i>Popis</i>	<i>Výskyt v mapě[%]</i>
0 - 2	<i>rovinné plochy</i>	26
2 - 5	<i>mírně skloněné plochy</i>	20
5 - 15	<i>značně skloněné plochy</i>	20
15 - 25	<i>příkře skloněné plochy</i>	18
25 - 35	<i>velmi příkře skloněné plochy</i>	11
35 - 55	<i>srázy</i>	4
55 <	<i>stěny</i>	1

Tabulka 6 – 3: charakteristika Sklonové mapy terénu v projektu

Výstupem funkce je tedy barevně rozdělená mapa podle 7 intervalů sklonitosti svahu. Aby mohla být data následně využita pro prostorovou analýzu, byl výsledek sklonitosti převeden do rastrové podoby o velikosti buňky 0,5m: *Conversion Tools → To Raster → Polygon to Raster*.

6.4.4 Expoziční mapa terénu

V této souvislosti mluvíme o orientaci svahu vůči světovým stranám. Zjednodušeně lze říci, že orientace svahu vychází ze sklonu a směru svahu. Výsledky funkce *Aspect*, která řeší zmíněnou problematiku, nacházejí své využití například v zemědělství či stavebnictví. Výchozím bodem - 0° je severní směr, úhly narůstají podle pohybu hodinových ručiček (východ - 90°, jih - 180°, západ - 270°). Výpočty, z pohledu aplikace na modelu *GRID* nebo *TIN*, probíhají stejným způsobem jako u sklonitosti.

Model *TIN* byl opět v roli vstupních dat, a proto i cesta k funkci je téměř totožná jako u výše řešené sklonitosti: *3D Analyst Tools → Terrain and TIN Surface → Surface Aspect*. V rámci nastavení parametrů funkce je dobré opět věnovat větší pozornost *Class Breaks Table* - tedy definování vlastní tabulky intervalů orientace. Volba odlišných intervalů než nabízí systémové nastavení, má své opodstatnění. Systém S-JTSK, který je souřadnicovým systémem celého projektu *GIS Dolní Újezd*, nemá souřadnicový pól totožný se zeměpisným

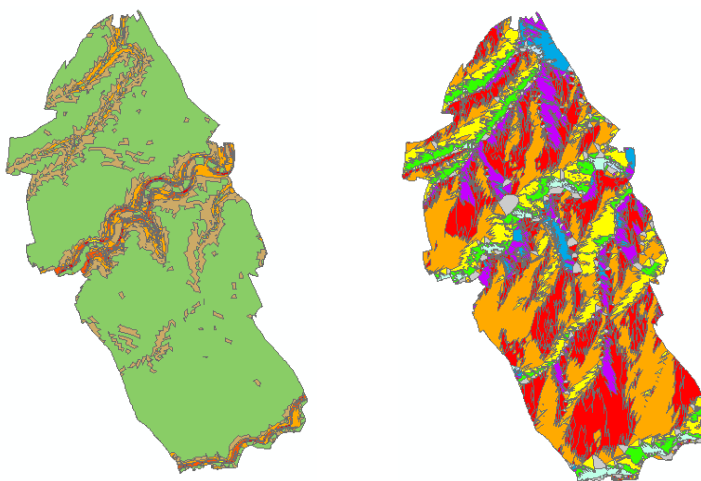
pólem. Proto je důležité stanovit meridiánovou konvergenci¹⁰ pro dotčené území a o tuto hodnotu upravit intervaly systémového nastavení.

Meridiánová konvergence pro území obce Dolní Újezd dosahuje hodnoty 6,43° a byla určena dle vztahu: $C = 0,008257 \times Y + (2,373 \times \frac{Y}{X})$. Následující tabulka informuje o rozložení zvolených intervalů.

Systémové nastavení[°]	Vlastní nastavení[°]	Popis	Výskyt v mapě[%]
22,5	16,07	sever	
67,5	61,07	severovýchod	
112,5	106,07	východ	
157,5	151,07	jihovýchod	
202,5	196,07	jih	
247,5	241,07	jihozápad	
292,5	266,07	západ	
337,5	331,07	severozápad	
360	360	sever	

Tabulka 6 – 4: charakteristika expoziční mapy terénu v projektu

Výstupem funkce je tedy barevně rozdělená mapa podle 9 intervalů orientace svahu. Stejně jako u Sklonové mapy terénu, tak i zde byl proveden převod do rastrové podoby.



Obrázek 6 – 17: výstup funkce Slope a Aspect

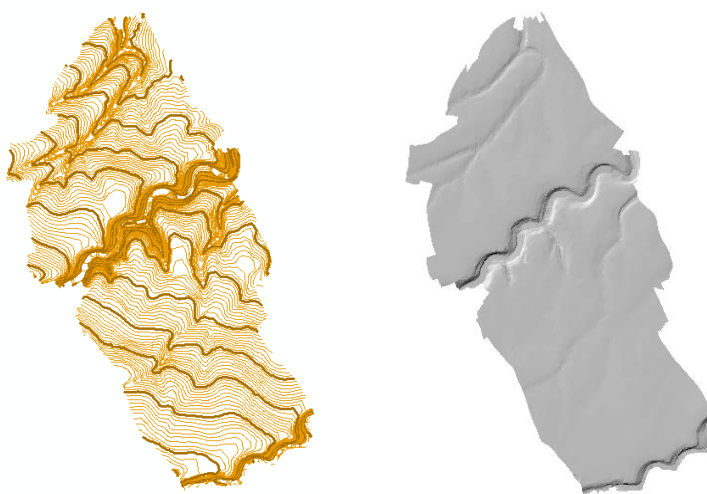
¹⁰ Meridiánová konvergence = úhel v určitém bodu referenční plochy mezi tečnami k místnímu poledníku a ke křivce rovnoběžné se základním poledníkem. Může být elipsoidická meridiánová konvergence, sférická meridiánová konvergence a rovinná meridiánová konvergence [5]

6.4.5 Vrstevnice

Vrstevnice neboli obrysy byly vytvořeny jako doplněk skupiny vrstev *Výškopis*, která zprostředkovává vrstevnice s rozestupem (základním intervalem) po 2m. Povrchovou analýzou *Contour: 3D Analyst Tools* → *Terrain and TIN Surface* → *Surface Contour* byly vygenerovány vrstevnice v rozestupu 1m. Volba základního intervalu (*Contour Interval*) vrstevnic je spolu s ostatními parametry obsažena v dialogovém okně funkce. Následně byla provedena klasifikace nově vzniklých vrstevnic, lze tak na první pohled (dle barev) rozlišit základní a hlavní vrstevnice. Vizuální vjem je dále zkvalitněn pomocí přidáných vrstevnicových popisků. Atributová tabulka obsahuje stejné údaje jako vrstvy ve skupině *Výškopis*.

6.4.6 Stínová mapa terénu

Tato mapa terénu vznikla na základě funkce *Hillshade*, která způsobí nasvícení scény pod určitým úhlem a zprostředkuje tak informaci o množství dopadajícího světla na území a tím přispěje ke kvalitnějšímu vnímání scény. Funkci vyvoláme způsobem: *3D Analyst Tools* → *Rastr Surface* → *Hillshade*. Je tedy zřejmé, že vstupními daty je rastr (model *GRID*). Nastavením parametrů lze definovat azimut zdroje slunce a jeho výšku ve stupních. V diplomovém projektu bylo využito systémové nastavení (azimut 315° a výška 45°). Výsledkem tohoto procesu je rastr, který nabývá hodnot 0 (stín) nebo hodnot v rozmezí 1 – 255 (dle intenzity světla).



Obrázek 6 – 18: výstup funkce *Contour* a *Hillshade*

6.4.7 Mapa viditelnosti terénu

Tato povrchová analýza byla vytvořena až po realizaci prostorové analýzy, ale je vhodné ji popsat právě na tomto místě. Funkce *Viewshed* definuje území, které je viditelné z předem zvoleného místa. Je důležité si uvědomit, že se jedná o povrchovou analýzu a proto daný proces nebere v úvahu přítomnost budov a rostlinný pokryv krajiny.

Protože je *Viewshed* jistým doplňkem prostorové analýzy *Lavičková zóna*, byly stanovištěm viditelnosti postupně zvoleny dvě vhodné lokality pro umístění lavičky. Vytvořený textový formát, který poskytuje polohové a výškové údaje o stanovišti, byl v *ArcCatalogu* převeden do *.shp. (*Create Feature Class*). Byla tak získána vstupní data pro funkci *Viewshed: 3D Analyst Tools → Rastr Surface → Viewshed*. Druhým zdrojem vstupních dat byl model *GRID*. Výsledný rastr je uveden v kapitole 7.4.

Nyní by mělo následovat seznámení s další částí analýzy dat - a to s prostorovou analýzou. Jedná se o tematicky obsáhlejší složku, a proto jsem se rozhodla jí věnovat samostatnou kapitolu. Dále pokračuji v kontinuálním popisu tvorby projektu GIS.

6.5 PREZENTACE DAT

Poslední fáze tvorby projektu GIS logicky přináší finální výstupy celého procesu zpracování. Výstupy mohou být v digitální i analogové podobě. Projekt *GIS Dolní Újezd* nabízí obě zmíněné varianty. Grafické výstupy vytvořené v aplikaci *ArcMap* najdeme v sekci příloh diplomové práce. Za digitální výstup lze označit dobře fungující projekt v prohlížeči *ArcReader* včetně animace přeletu nad obcí z prostředí *ArcScene*.

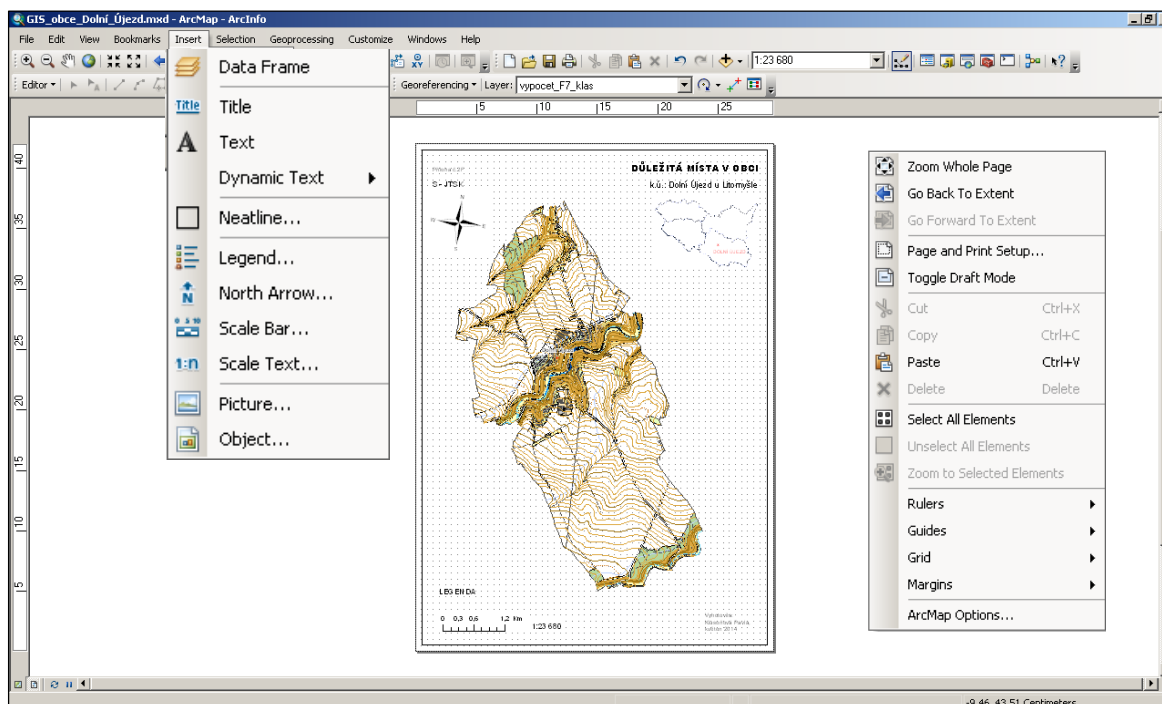
Předtím než došlo k definování konkrétních výstupů projektu *GIS Dolní Újezd*, byly pro všechny datové vrstvy vytvořeny soubory s příponou *.lyr. Tyto soubory jsou tzv. obalovým formátem. Samy o sobě data neobsahují, ale odkazují se na zdrojové soubory a uchovávají nastavení jejich grafických atributů. Postup vzniku souboru: *pravé tlačítko myši na vrstvu → Save as Layer File*

6.5.1 Grafické výstupy

V souvislosti s tvorbou grafických výstupů se setkáme s termínem *Layout*, který je synonymem pro tiskovou či elektronickou (grafické formáty) podobu finálního výstupu. Každý *Layout* může kromě aktuální datové skupiny obsahovat měřítko, severku, legendu, doplňkový text, graf, obrázek anebo tabulku. Aplikace *ArcMap* nabízí pestrou škálu nástrojů, které se využívají k tvorbě přehledného, názorného a srozumitelného *Layoutu*. Existuje také možnost volby předdefinovaného stylu neboli *Template*, který je uložen ve formě souboru s příponou *.mxt. Během projektu *GIS Dolní Újezd* vzniklo 12 *Layoutů* s individuálně nastaveným vzhledem, které mají podobný výčet prvků.

Tvorba grafického výstupu vyžaduje aktivní režim *Layout View*. Veškeré práce až do této chvíle probíhaly v režimu *Data View* a nyní je třeba provést zmíněnou změnu pomocí ikony pod zobrazovacím polem. Ve výřezu se automaticky zobrazí otevřená datová skupina. Prvním krokem samotné tvorby je určení parametrů (velikost, orientace) výstupního formátu a tisku: pravé tlačítko myši mimo okno mapy vyvolá *menu* → *Page and Print Setup*. V diplomovém projektu vznikly právě dva různé formáty *Layout*: A4 a A3. Dále se do okna vloží jednotlivé prvky dle vlastního výběru. Abychom mohli všechny takové prvky bez problému uspořádat, je dobré využít tři pomocných nástrojů z předchozího menu – *Rules*, *Guides* a *Grids*. *Rules* jsou lišty s měřítkem zobrazující velikost listu. *Guides* poskytuje přímky k vyrovnání prvku. *Grids* je tvořen sítí bodů, které také slouží k vyrovnání. Jednotlivé prvky se začlení do *Layoutu* pomocí *Insert* z panelu nástrojů. Diplomová práce zahrnuje grafické výstupy, ve kterých nalezneme: *Title* (nadpis), *Text*, *Legend*, *North Arrow* (severka), *Scale Bar* (grafické měřítko), *Scale Text* (číselné měřítko), *Picture* (obrázek). U každého prvku byl nastaven vhodný vzhled díky vyvolané nabídce konkrétního nástroje. Vzhled je možné i dodatečně upravit pomocí *Properties* příslušného prvku. Na místě je pouze bližší zmínka o prvku *North Arrow* (severka). Jak je známo z předchozí podkapitoly 6.4.4, v projektu GIS hraje svoji roli meridiánová konvergence. O tuto hodnotu (6,43°) je nutné změnit natočení severky, aby byly informace o směru zeměpisného severu pravdivé.

Vynaložené úsilí dosáhne svého cíle, pokud provedeme tisk nebo export vytvořené mapy. Export *Layoutu*: *hlavní menu* → *File* → *Export Map*.



Obrázek 6 – 19: prostředí Layout View

6.5.2 Digitální výstupy

Jak už bylo řečeno, výsledná digitální podoba projektu je prezentována pomocí aplikace *ArcReader* a svým dílem do digitálního výstupu zasahuje i aplikace *ArcScene*.

6.5.2.1 ArcReader

Díky aplikaci *ArcReader* může široký okruh uživatelů sdílet a zobrazovat mapy vzniklé v některých z aplikací *ArcGIS*. Diskutovaná aplikace se neliší od ostatních, ale naopak má stejný vzhled a je složena ze stejných prvků jako další aplikace *ArcGIS*.

Mezi hlavní oblasti využití *ArcReader* patří:

- prohlížení a tisk mapy
- dotazování se na geografická data
- zobrazování různých vrstev mapy
- zkoumání mapy pomocí základních nástrojů GIS

ArcReader dokáže pracovat s mapou, která byla publikovaná pomocí nadstavby produktů *ArcGIS Desktop - ArcGIS Publisher*. Nadstavba *ArcGIS Publisher* vytváří soubory typu *.pmf (publikovaná mapa) z map, které vznikly v prostředí *ArcMap*. Takovéto soubory obsahují cesty k datům a symbologii nadefinovanou autorem. Je tedy nezbytné, aby uživatelé

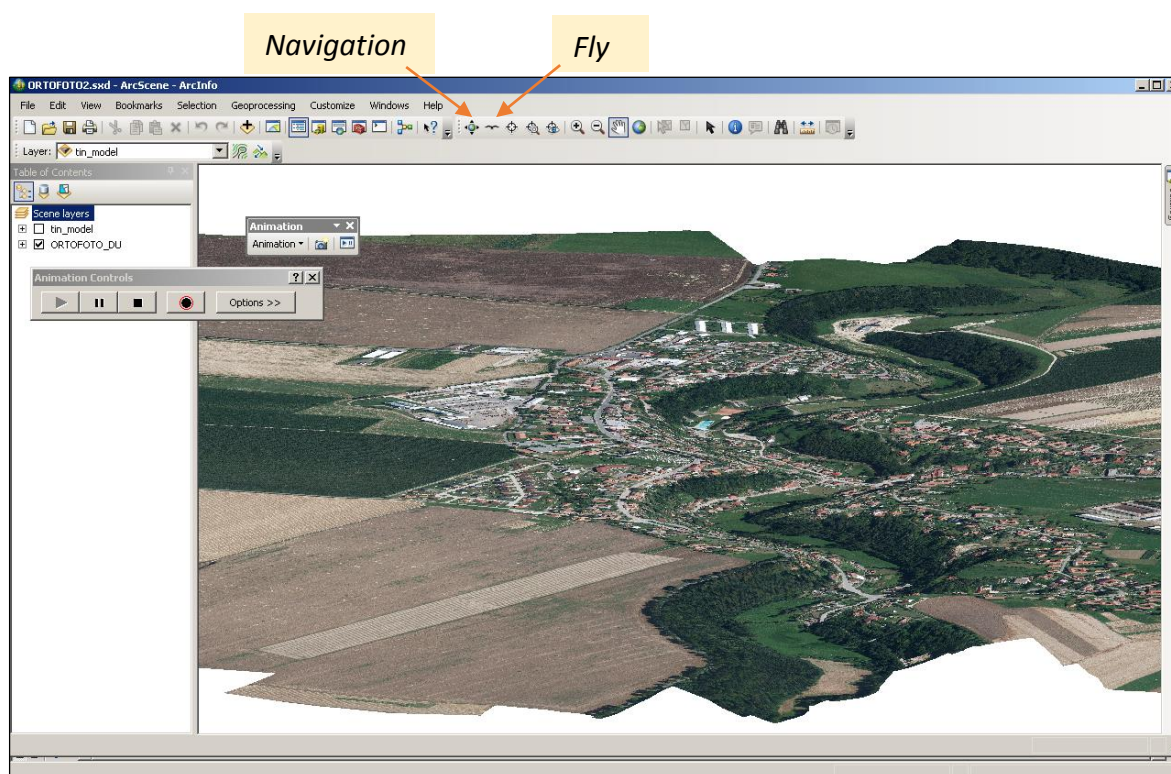
mapy měli kromě souboru *.pmf i přístup ke zdrojovým datům. Mapa se pak v nezměněné podobě zobrazí ve volně dostupné aplikaci ArcReader. Licenci lze zdarma stáhnout na stránkách firmy ESRI a aplikaci lze nainstalovat na jakýkoliv počítač s operačním systémem Windows.

Na základě výše uvedených faktů byl Projekt *GIS Dolní Újezd* v prostředí *ArcMap* vyexportován do formátu *.pmf. Cesta k nastavbě *ArcGIS Publisher* začíná v hlavním panelu nástrojů *Customize* → *Toobars* → *Publisher*, následně na to se zobrazí nástrojová lišta *Publisher*. Nejprve je vhodné zkontrolovat a případně upravit nastavení vlastností mapy: *Publisher* → *Settings*. Z pozice autora došlo k určení podpory zobrazení (přepínání mezi zobrazením dat a zobrazením výkresu), publikování všech vrstev, zpřístupnění všech dostupných nástrojů (export mapy, vyhledávání, identifikace, hypertextový odkaz, tisk atd.). Možnosti jako speciální zabezpečení a časové omezení nebyly brány v potaz. Nakonec proběhlo vytvoření stěžejního souboru *.pmf.: *Publisher* → *Publish Map*. Nově vzniklý *GIS_Dolní_Újezd.pmf* byl uložen do složky obsahující všechna data projektu, aby nedošlo k přerušení návaznosti cest.

6.5.2.2 ArcScene

Aplikace *ArcScene* společně s *ArcGlobe* tvoří nadstavbu *ArcGIS 3D Analyst*, která slouží pro vizualizaci 3D dat. Datové vrstvy lze v prostředí *ArcScene* upravovat stejným způsobem jako v aplikaci *ArcMap* (přidávat, odebírat, editovat atributovou tabulku, nastavovat symboliku, atd.). Mezi specifické funkce celého nástroje *ArcScene* patří: *Navigate*, *Fly* a nástroje k tvorbě a vizualizaci 3D dat. Funkce *Navigate* umožňuje uživateli data naklonit. Funkce *Fly* již svým názvem naznačuje, že je využívána k realizaci přeletu nad datovou vrstvou. V rámci prostředí *ArcScene* lze nastavit vlastnosti 3D scény (volba souřadnicového systému, rozsah, osvětlení, atd.)

Zmíněné nástroje *ArcScene* byly zásadní i pro vznik animace přeletu nad částí území obce Dolní Újezd. Do prostředí byly nejprve vloženy vrstvy *model TIN* a *Ortofoto*. Dílčím cílem bylo, aby vrstva *Ortofoto* pokryla výškový model: *Layer Properties* → *Base Heights* → *Floating on a custom surface:model TIN*. Dále je dobré si projít i ostatní záložky nabídky *Layer Properties* a případně upravit ostatní parametry nastavení.



Obrázek 6 – 20: prostředí ArcScene – tvorba animace

Samotná animace vznikla na základě nástroje *Animation: Customize* → *Toolbars* → *Animation*. Z nástrojové lišty byl vybrán *Animatin Controls* a pomocí funkce *Navigation* a *Fly* vytvořena krátká animace průletu nad obytnou částí obce. Animace byla vyexportována (*Export Animation*) do souboru s příponou * avi a je součástí příloh diplomového projektu.

7 PROSTOROVÁ ANALÝZA

Záměrem této kapitoly je nastínit pozadí a popsat tvorbu řešené prostorové analýzy. Analýza byla pojmenována *Lavičková zóna* a již z názvu vyplývá očekávaný výsledek celého procesu.

7.1 STANOVENÍ CÍLE A KRITÉRIÍ PROSTOROVÉ ANALÝZY

Aby byla správně pochopena kritéria jednotlivých dílčích etap prostorové analýzy, je třeba provést krátký úvod do zvolené problematiky.

Dolní Újezd patří mezi obce, ve kterých se usiluje o vylepšení a zpříjemnění venkovního prostředí vesnice – a to nejenom ze strany vedení. V průběhu posledních několika let se začalo více dbát na úpravu obecní zeleně, došlo k renovaci obou parků (park před školou, park Na Rovince) a v obci vyrostlo nejedno nové dětské hřiště. Přesto existuje stále prostor pro zlepšení. Druhým podnětem, vedle zkvalitnění venkovního prostředí, byl pro výběr cíle analýzy fakt, že v Dolním Újezdě žije řada lidí s chutí k pohybu i přes svůj pokročilý věk. Konstatování těchto dvou aspektů vedlo k vytvoření ucelené myšlenky na tvorbu prostorové analýzy.

Cílem je tedy nalézt vhodné pozice pro umístění jednotlivých laviček, které budou instalovány se záměrem nabídky krátkého relaxu především pro důchodce v rámci jejich procházek.

Stanovená kritéria v důsledku uvedeného cíle prostorové analýzy:

- 1) Vzdálenost od DPS (Dům s pečovatelskou službou) - tento objekt byl zvolen za výchozí bod cílové skupiny (důchodci)
- 2) Vzdálenost od památek (sochy, kříže) – předpokládá se, že památky jsou vyhledávanou lokalitou cílové skupiny
- 3) Vzdálenost od komunikace (silnice, ulice, cesty, pěšiny)
- 4) Sklonitost a expozice terénu

Upřednostňované požadavky v důsledku uvedeného cíle prostorové analýzy:

- 1) Vzdálenost od jiného venkovního posezení
- 2) Pozemek ve vlastnictví obce

7.2 TVORBA PROSTOROVÉ ANALÝZY

Během zpracování prostorové analýzy byly využity následující vrstvy diplomového projektu: *Katastr* (linie), *Polohopis* (silnice, silnice neevidovaná, ulice, cesta, pěšina), *Důležitá místa v obci* (památky, posezení, sportoviště a hřiště, bus zastávky), *Sklonová mapa terénu*, *Expoziční mapa terénu*. Každá zmíněná vrstva se stala zdrojem vstupních dat postupně vyvolaných funkcí z panelu nástrojů *ArcToolbox*. Prostředí *ArcGIS* disponuje velkým množstvím nástrojů a analýz, díky kterým je autor schopen vytvořit kvalitní sadu operací pro získání nových prostorových dat a informací. Všechny dílčí kroky prostorové analýzy diplomového projektu byly voleny tak, aby splnily předdefinovaná kritéria a měly svoji opodstatněnou návaznost. Postupy prvních operací byly koncipovány se záměrem využití jejich výsledku funkcí *Rastr Calculator*.

Následující odstavce popisují, jakou cestou došlo k určení nových prostorových dat.

➤ vzdálenost od DPS → funkce: *Path Distance*, *Reclassify*

Prvním pilířem pro určení lavičkové zóny byla klasifikace vzdálenosti od Domu s pečovatelskou službou. Předpokládalo se, že cílová skupina ocení přítomnost lavičky dle rostoucí vzdálenosti od výchozího bodu (DPS) a za nejpreferovanější oblast byl stanoven interval <500, 2000> m – viz *Tabulka 6 – 1*.

Nástroj *Path Distance* patří do kategorie vzdálenostní analýzy s aplikací na rastrových formátech. Jedná se o výpočet vážené vzdálenosti k nejbližšímu zdroji, který bere v úvahu náročnost průchodu buňkou (horizontální a vertikální nákladové faktory). Funkce vytváří dva výstupní soubory: *Output distance raster*, *Output backlink raster* (obsahuje hodnoty 0-8, které definují směr), v procesu prostorové analýzy bylo využito vždy jen první možnosti. Poté co se objevilo okno funkce: *Spatial Analyst Tools* → *Distance* → *Path Distance*, byly v projektu nastaveny: vstupní data (objekt DPS) a vstupní rastr definující výškové hodnoty povrchu (rastr sklonové mapy terénu).

Výstupní rastr vzdáleností bylo třeba roztrždit (*Reclassify*) na nové kategorie s vlastní hodnotou, která posléze vstoupila do závěrečného výpočtu. Na základě *Spatial Analyst Tools* → *Reclass* → *Reclassify* se objeví nástrojové okno, kde lze stanovit rozsah starých hodnot (*Old values*) a tomu odpovídající nové hodnoty (*New values*). Pokud je hodnota 0 - data mají stále svůj prostorový vzhled, ale pokud je hodnota *NoData* – data ve výstupním rastru neexistují a nelze je zahrnout do dalšího zpracování.

Následující tabulka poskytuje přehled nadefinovaných hodnot.

<i>Staré hodnoty</i>	<i>Nové hodnoty</i>	<i>Staré hodnoty</i>	<i>Nové hodnoty</i>
0 – 100	1	2500 - 3000	8
100 - 500	2	3000 - 3500	7
500 - 1000	10	3500 - 4000	6
1000 - 1500	11	4000 - 4500	5
1500 - 2000	12	4500 - 5000	4
2000 - 2500	9	5000 - 5500	3

Tabulka 7 – 1: hodnoty výstupního rastru vzdálenost DPS

➤ vzdálenost od památek → funkce: *Path Distance, Reclassify*

Tento druhý faktor prostorové analýzy byl řešen identickým způsobem jako první kritérium. Hodnoty nově vytvořených kategorií rastru klesají s rostoucí vzdáleností od památek – viz *Tabulka 6 – 2*.

<i>Staré hodnoty</i>	<i>Nové hodnoty</i>	<i>Staré hodnoty</i>	<i>Nové hodnoty</i>
0 – 100	9	2000 - 2500	4
100 - 500	8	2500 - 3000	3
500 - 1000	7	3000 - 3500	2
1000 - 1500	6	3500 - 4000	1
1500 - 2000	5		

Tabulka 7 – 2: hodnoty výstupního rastru vzdálenost památek

➤ vzdálenost od komunikace → funkce: *Buffer, Euclidean Distance, Reclassify*

Nejprve bylo třeba zajistit, aby území a blízké okolí všech komunikací nevstupovalo do závěrečného výpočtu. Pro tento účel posloužil nástroj *Buffer: Analyst Tools → Proximity → Buffer*. Jedná se o vytvoření obalové oblasti požadované velikosti kolem vstupního prvku. Vstupními prvky byly liniové prvky z datové skupiny *Polohopis* a velikost obalových oblastí závisela na typu komunikace: silnice a silnice neevidovaná (9,50 m), ulice (7,50), cesta a

pěšina (4 m). Údaj v závorce je celkový rozměr oblasti vygenerovaný úměrně po obou stranách prvku. Všechny takto vzniklé polygony byly spojeny (*Merge*) do jedné vrstvy a převedeny do rastrové podoby: *Conversion Tools* → *To Raster* → *Polygon to Raster*. Výstupní rastr se následně rozdělil (*Reclassify*) do dvou kategorií: na hodnotu *NoData* (oblasti Buffer) a hodnotu 0 (ostatní část).

Hledaná lavičková zóna by také měla být v dostupné vzdálenosti od silnic, cest a pěšin. Proto byly liniové prvky komunikace pro další část tvorby propojeny v jeden celek a byly zvoleny za zdrojová data funkce *Euclidean Distance* (*Spatial Analyst Tools* → *Distance* → *Euclidean Distance*). Vyvolaná funkce určuje vzdálenosti bez úvahy horizontálních a vertikálních nákladových faktorů. V nástrojovém okně se mimo jiné definovala maximální hodnota určované vzdálenosti (250 m), zbytek území se prezentuje jako *NoData*. Nakonec došlo k již známému nastavení nových hodnot rastru – viz *Tabulka 6 – 3*.

<i>Staré hodnoty</i>	<i>Nové hodnoty</i>	<i>Staré hodnoty</i>	<i>Nové hodnoty</i>
0 – 15	6	100 - 150	3
15 - 50	5	150 - 200	2
50 - 100	4	200 - 250	1

Tabulka 7 – 3: hodnoty výstupního rastru vzdálenost komunikace

➤ Sklonitost a expozice terénu → funkce: *Reclassify*

Do konečného výpočtu zasáhly i údaje o sklonu a orientaci terénu. Území se sklonem větší než 25° bylo vyřazeno z úvah → *NoData* a preferovanou orientací se staly východní/ jihovýchodní úseky. Nastavení funkce *Reclassify* je zřejmé z tabulek 6-4 a 6-5.

<i>Staré hodnoty</i>	<i>Nové hodnoty</i>	<i>Staré hodnoty</i>	<i>Nové hodnoty</i>
0 – 2	2	15 - 25	1
2 - 5	2	25 - 55	NoData
5 - 15	1		

Tabulka 7 – 4: hodnoty výstupního rastru sklonitost

Staré hodnoty	Nové hodnoty	Staré hodnoty	Nové hodnoty
0 – 22.5	0	202.5 – 247.5	0
22.5 – 67.5	0	247.5 – 292.5	0
67.5 – 112.5	1	292.5 – 337.5	0
112.5 – 157.5	1	337.5 – 360	0
157.5 – 202.5	0		

Tabulka 7 – 5: hodnoty výstupního rastru orientace

➤ Vyhodnocení kritérií → funkce: *Rastr Calculator*

Během této části proběhlo vyhodnocení jednotlivých výsledků uvažovaných kritérií. *Rastr Calculator (Spatial Analyst Tools → Map Algebra → Rastr Calculator)* poskytuje nástroje pro realizaci matematických výpočtů pomocí operací a funkcí.

V diplomové projektu byly sečteny hodnoty všech vytvořených rastrů (v rámci prostorové analýzy). Protože vzniklé rastry měly odlišné maximální hodnoty, byl výpočet upraven tak, aby nejvyšší hodnota každého rastru dosáhla čísla 12. Dále byly určeny váhy řešených kritérií podle následujícího pořadí (sestupně) : vzdálenost DPS, vzdálenost památek, vzdálenost komunikace, sklon, orientace. Finální výpočet měl tedy tuto podobu:

$$(vzdálenost_komunikace_buffer + rastr_komunikace_klas) * 4 + rastr_pamatky_klas * 4 + rastr_DPS_klas * 4 + rastr_slope_klas * 6 + rastr_aspect_klas * 6$$

Na základě popsání výpočtu vznikl nový rastr, ze kterého lze vyčíst, jaká místa jsou nejvhodnější pro lavičkovou zónu z hlediska kritérií (maximální hodnota rastru 126). I přesto tímto krokem prostorová analýza neskončila, bylo třeba vzít v potaz také ostatní požadavky. Rastr byl tedy z důvodu dalších postupů přečíslován novými hodnotami a poté převeden do tvaru polygonu: *Conversion Tools → From Raster → Raster to Polygon*.

Staré hodnoty	Nové hodnoty
0 - 100	NoData
100 - 126	1

Tabulka 7 – 6: hodnoty výstupního rastru výpočtu

➤ Vzdálenost od posezení → funkce: *Buffer, Erase*

Předposledním ovlivňujícím faktorem, který byl začleněn do tvorby prostorové analýzy, se stalo území mimo oblast s již existujícím posezením. Několik prvků ze skupiny *Důležitá místa v obci* se aktivně podílelo na tomto kroku. Byly vybrány prvky s možností volného posezení (z vrstvy: památky, hřiště, bus zastávky a posezení) a kolem nich byly vytvořeny obalové oblasti (*Buffer*) v rozsahu 100m. Nově vytvořené obalové polygony přišly do kontaktu s výpočetním polygonem pomocí funkce *Erase: Analysis Tools → Overlay → Erase*. Jak napovídá překlad slovesa *erase* = vymazat, uvedená funkce odstraní tu část vstupních dat, která je shodná s mazacími prvky. Z výpočetního polygonu tak byly postupně odstraněny překrývající se oblasti s polygonem: památky s lavičkou, hřiště s lavičkou, zastávky s lavičkou, posezení a vznikl polygon odečtu.

➤ Obecní parcely → funkce: *Select, Intersect*

Uvedená funkce sloužila v diplomovém projektu k výběru parcel ve vlastnictví obce pomocí SQL dotazu. Aby bylo možné nástroj s tímto záměrem aplikovat, byly vytvořeny plochy z hraničních linií parcel: *Data Management Tools → Features → Feature to Polygon*. Další postup se týkal pouze ploch s atributy pozemkových parcel.

Obecně dotaz SQL slouží k nalezení v databázi nebo vypočtení množiny řádků, které odpovídají zadaným kritériím. Po aktualizaci funkce *Select: Analysis Tools → Extract → Select*, se nadefinovala vstupní (plochy z linií) a výstupní vrstva a tvar dotazu. Dotaz byl založen především na atributu TEL (vlastnictví) a dalším činitelem byl druh pozemku a způsob využití pozemku. Výstupní vrstva tedy zobrazuje všechny obecní pozemkové parcely.

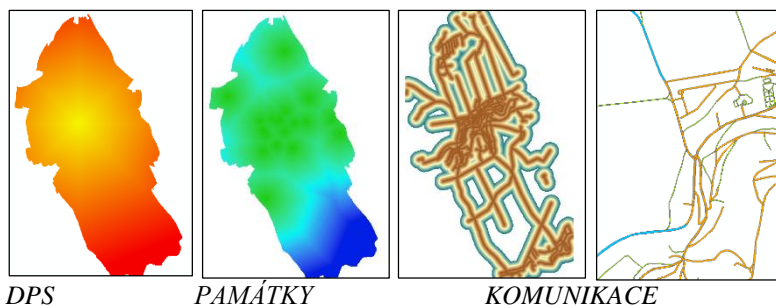
Dotaz SQL měl následující podobu:

```
"TEL_ID" = 1010484609 AND "DRUPOZ" = 'lesní pozemek' OR "TEL_ID" = 1010484609 AND "DRUPOZ" = 'orná půda' OR "TEL_ID" = 1010484609 AND "DRUPOZ" = 'ostatní plocha' AND "ZPVYPO" = 'jiná plocha' OR "TEL_ID" = 1010484609 AND "DRUPOZ" = 'ostatní plocha' AND "ZPVYPO" = 'neplodná půda' OR "TEL_ID" = 1010484609 AND "DRUPOZ" = 'ostatní plocha' AND "ZPVYPO" = 'sportoviště a rekreační plocha' OR "TEL_ID" = 1010484609 AND "DRUPOZ" = 'ostatní plocha' AND "ZPVYPO" = 'zeleň' OR "TEL_ID" = 1010484609 AND "DRUPOZ" = 'ovocný sad' OR "TEL_ID" = 1010484609 AND "DRUPOZ" = 'trvalý travní porost' OR "TEL_ID" = 1010484609 AND "DRUPOZ" = 'zahrada'
```

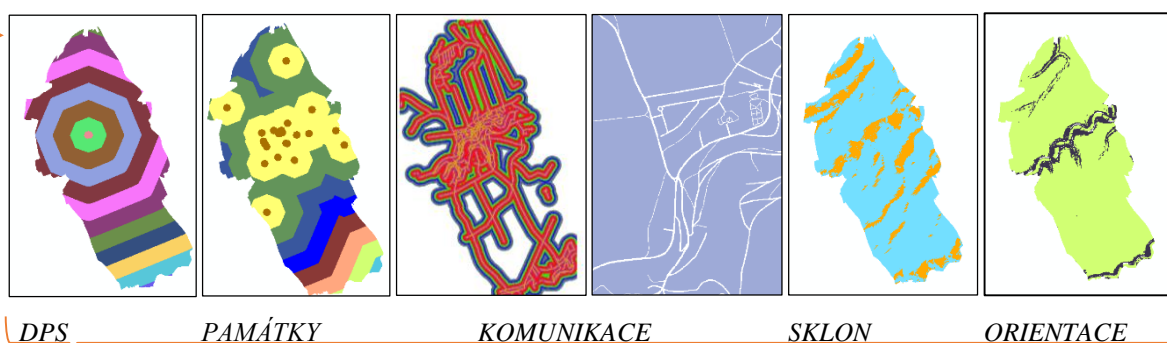
Polygon obecních pozemků byl pomocí funkce *Intersect: Analysis Tools → Overlay → Intersect* překryt polygonem odečtu. Dalo by se říci, že nástroj *Intersect* je opakem nástroje *Erase*, zobrazuje totiž geometrický průsečík vstupních funkcí. Tímto krokem byla dovršena celá prostorová analýza.

7.3 GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PROSTOROVÉ ANALÝZY

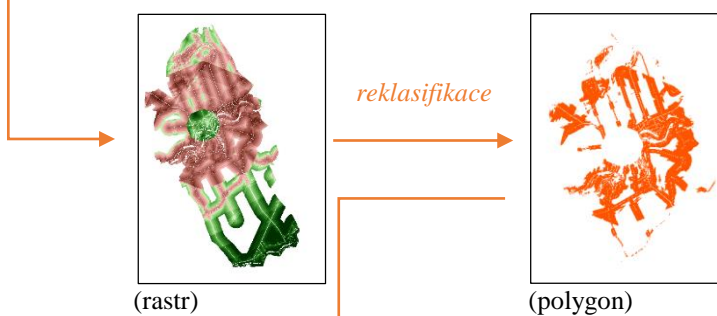
A. VÝSTUPNÍ RASTRY KRITÉRIÍ



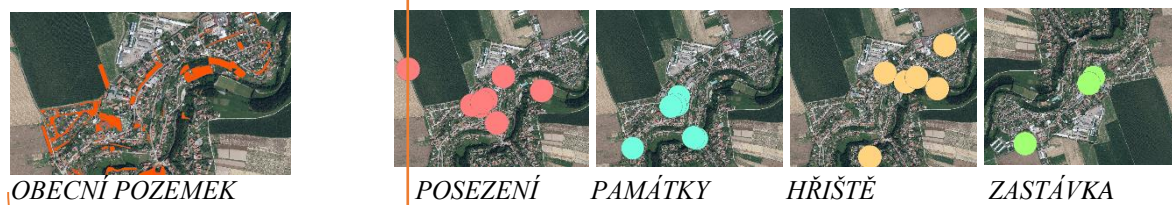
B. REKLASIFIKOVANÉ RASTRY VŠECH KRITÉRIÍ



C. VÝPOČET



D. VÝSTUPNÍ POLYGONOVÉ PRVKY OSTATNÍCH POŽADAVKŮ



E. VÝSLEDEK PROSTOROVÉ ANALÝZY

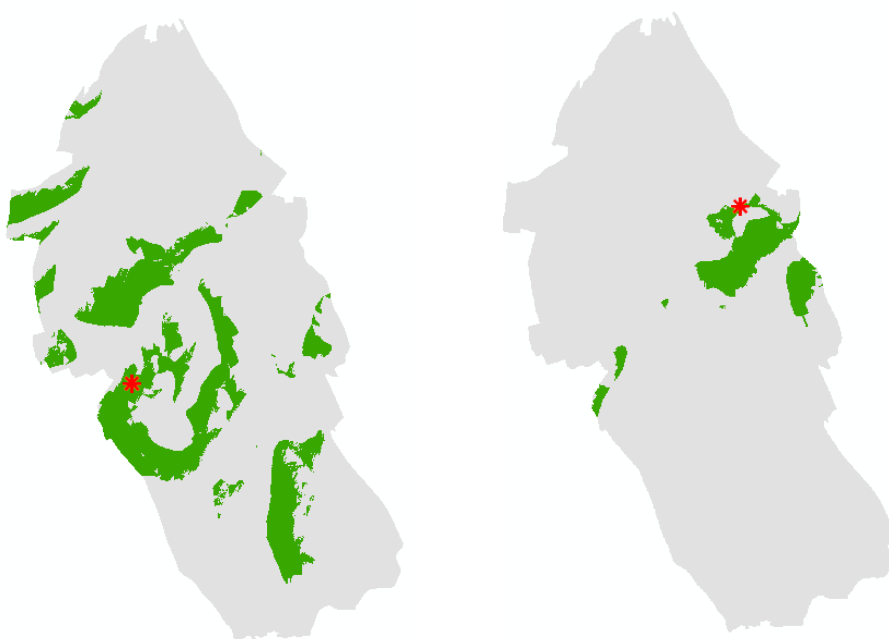


7.4 ZHODNOCENÍ PROSTOROVÉ ANALÝZY

Výsledná vrstva nazvaná *Lavičková zóna* skrývá jednotlivé polygonové prvky, které zobrazují nejvhodnější území pro instalaci laviček (z pohledu řešených kritérií a požadavků). Z vrstvy byly odstraněny polygony s plochou menší než 10m², zbývající polygony byly podle svého rozsahu barevně rozlišeny (jedna barva odpovídá ploše v rozmezí 100m²). Atributová tabulka každého prvku nabízí kromě rozměru plochy také údaje příslušné parcely (druh pozemku, způsob využití).

I když při volbě kritérií a požadavků analýzy byl kladen důraz na logiku a smysluplnost, do celého procesu zasáhla složka určitého subjektivního náhledu. A proto je nutné konkrétní území pokryté výsledkem prostorové analýzy před samotnou realizací individuálně zhodnotit přímo v terénu. Jisté ale je, že finální výstup prostorové analýzy je dobrým podkladem pro diskuzi o umístění lavičkových odpočívadel v obci.

Pro zpestření výstupu byla z pozice dvou vybraných výsledných zón vytvořena mapa viditelnosti terénu (viz podkapitola 6.4.7).

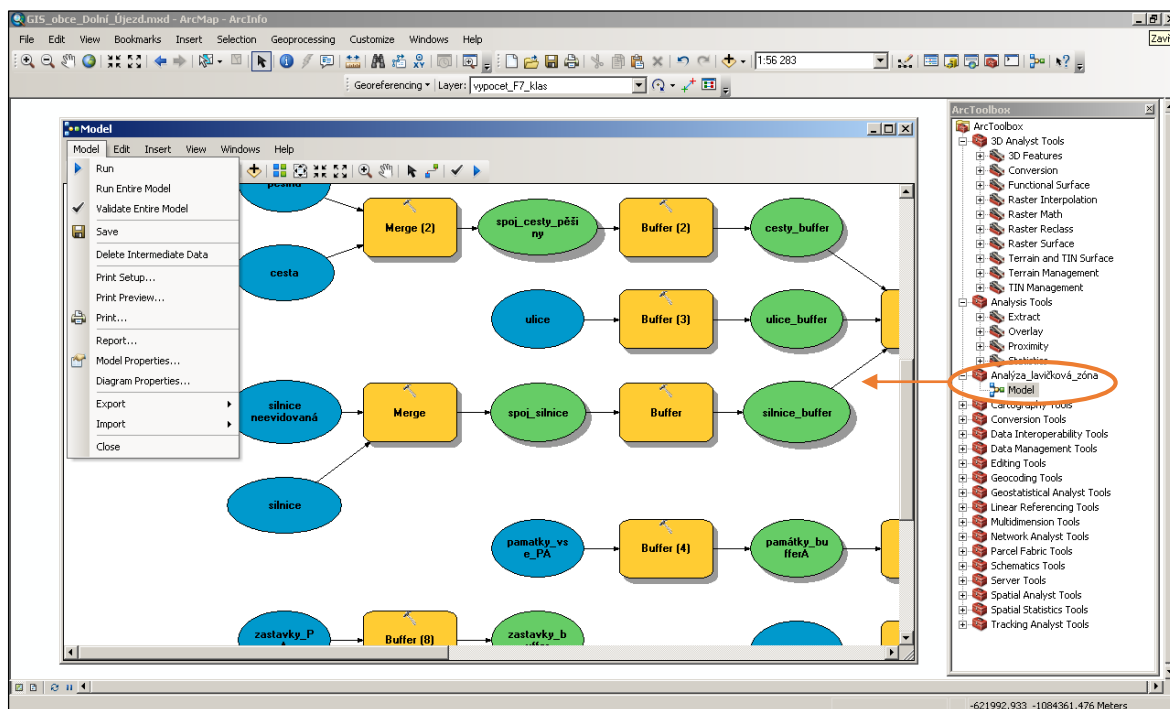


Obrázek 7 – 1: viditelnost terénu z pozice dvou vybraných lavičkových zón

7.5 MODELBUILDER

V souvislosti s tvorbou analýz je vhodné zmínit tento integrovaný nástroj pro tvorbu modelů (postupů zpracování). *ModelBuilder* je rozhraní poskytující grafický modelovací rámec pro návrh a implementaci modelů daných úloh zpracovávající geografická data. Modely jsou diagramy datových toků, které řetězí série nástrojů a dat za účelem vytvoření složitých procedur. Pod pojmem *ModelBuilder* si lze tedy představit mechanismus, který umožní uživateli sdílet navržené metody. Díky *Modelbuilder* dochází k usnadnění práce v případě, že je často používaná nějaká sekvence po sobě jdoucích funkcí.

Během projektu byl jeden takový model vytvořen právě pro prostorovou analýzu. Model slouží jen jako doplněk projektu – prostorová analýza byla zpracována výše popsaným způsobem. Nejprve je třeba vytvořit novou nástrojovou skříňku: pravé tlačítko myši v okně *ArcToolbox* → *Add* → *Toolbox*, ve které nadefinujeme požadovaný model: pravé tlačítko myši na nový *Toolbox* → *New* → *Model*. Do zobrazeného okna modelu byly vkládány využívané nástroje z *ArcToolbox*, které byly mezi sebou automaticky propojeny dle zadaných vstupních a výstupních dat. Model *Lavičková zóna* tvoří v diplomovém projektu grafický přehled využitých nástrojů (viz příloha 4), pro jeho funkčnost je třeba doplnit konkrétní parametry jednotlivých nástrojů *Reclassify*. Správnost vytvořeného modelu lze ověřit nástrojem z hlavní lišty: *Model* → *Run*.



Obrázek 7 – 2: rozhraní ModelBuilder

8 ZÁVĚR

Výsledkem diplomové práce je kompaktní geografický informační systém obce Dolní Újezd, zahrnující celé katastrální území Dolní Újezd u Litomyšle. Tato lokalita byla vybrána hlavně z důvodu osobního vztahu k vesnici a v souvislosti s přesvědčením, že diplomový projekt bude přínosem pro oblast státní správy a samosprávy dané obce, která doposud nedisponovala žádným takovým nástrojem.

Samotná tvorba projektu s názvem GIS Dolní Újezd je realizována v nové verzi systému ArcGIS 10.1. Zvolený program je v současné době označován za nejkompaktnější GIS software na trhu. Z pohledu tvůrce projektu mohu potvrdit, že prostředí využívaných softwarových aplikací nabízí řadu výkonných nástrojů pro editaci, analýzu a modelování. Práce s nimi je přehledná a srozumitelná i pro začátečníka.

Celý pracovní proces týkající se vzniku diplomového projektu lze v závěru myšlenkově rozdělit do tří etap (i když konkrétní fáze tvorby dosahují vyššího počtu). Nejprve bylo třeba získat od odpovědných úřadů a správců veškeré dostupné mapové a databázové podklady vybrané lokality. V logické návaznosti na to proběhla druhá etapa - zpracování poskytnutých dat v aplikaci ArcCatalog a ArcMap. Nakonec se nadefinovaly grafické a digitální výstupy projektu, které vyplňují rámec třetí myšlenkové etapy.

Vzniklo tak 13 tematických vrstev včetně prostorové analýzy: *Orientační mapa parcel, Inženýrské sítě, Ortofoto, Polohopis, Výškopis, Turistická mapa, Geologická mapa, Územní plán, Důležitá místa v obci, TIN model, GRID model, povrchové analýzy* (sklonitost, expozice, stínovitost, viditelnost) *a prostorová analýza* (lavičková zóna). Na základě provedené prostorové analýzy lze instalovat nová lavičková posezení na místa, která z hlediska určených kritérií a požadavků, cílová skupina, tedy důchodci, ocení nejvíce.

Projekt je nachystaný k předání vedení obce Dolní Újezd, aby mohl být využíván v praxi pomocí aplikace ArcReader. Řada grafických výstupů finálních tematických vrstev je začleněna mezi přílohy diplomové práce.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITARATURY A ZDROJŮ

- [1] MAGUIRE, David: *An overview and definition of GIS*, 2005
- [2] HEYWOOD, Ian, CORNELIUS, Sarah, CARVER, Steve: *An Introduction to Geographical Information Systems*, 2011
- [3] Oficiální stránky *Centra informačních technologií OU, GISLaboratory* [online], c2006-2014 [cit. 2014 – 02]. Dostupné z www: <<http://cit.osu.cz>>
- [4] *ArcGIS 10.1 Desktop Help* [online], c2012 [cit. 2014 – 02]. Dostupné z www: <<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/001400000001000000>>
- [5] *VUGTK* [online], c2005-2014 [cit. 2014 – 02]. Terminologický slovník zeměměřičství a KN. Dostupné z www: <<https://www.vugtk.cz/slovník>>
- [6] BŘEHOVSKÝ, Martin, JEDLIČKA, Karel: *Úvod do geografických informačních systémů*, ZČU, Plzeň 2003
- [7] *ISVS.CZ – aktuální zpravodajství o ISVS a eGovernmentu* [online], c2001-2014 [cit. 2014 – 02]. Dostupné z www: <<http://www.isvs.cz/>>
- [8] VALENTA, Michal: *Databázové systémy*, 2012. Dostupné z www: <https://users.fit.cvut.cz/valenta/doku/lib/exe/fetch.php/bivs/dbs_01_uvod.pdf>
- [9] ARCDATA PRAHA [online], c2014 [cit. 2014 – 02]. Dostupné z www: <<http://www.arcdata.cz/>>
- [10] Geoportál ČUZK [online], c2010 [cit. 2014 – 02]. Dostupné z www: <<http://www.cuzk.cz/>>
- [11] Oficiální stránky klubu *Geospeleos* [online], [cit. 2014 – 04]. Dostupné z www: <<http://www.geospeleos.com/>>
- [12] VOŽENÍLEK, Vít a kolektiv: *Hmatové mapy technologií 3D tisku*, 2010
- [13] VOŽENÍLEK, Vít: *Cartography for GIS: geovisualization and map communication*, 2005
- [14] Oficiální stránky obce Dolní Újezd [online], c2014 [cit. 2014 – 04]. Dostupné z www: <<http://www.dolnijujezd.cz/>>

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CAD	Computer-Aided Design
ČUZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DPZ	Dálkový průzkum Země
GIS	Geografický informační systém
GNSS	Globální navigační satelitní systém
GPS	Global Positioning System
k.ú.	Katastrální území
NVF	Nový výměnný formát katastrální mapy
SS	Souřadnicový systém
S – JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SPI	Soubor popisných informací
SŘBD	Systém řízení báze dat
TIN	Triangulated irregular networks
VÚGTK	Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický
WGS84	World Geodetic System 1984
ZABAGED	Základní báze geografických dat

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2-1: vybraná lokalita diplomového projektu	12
Obrázek 2-2: kostel Sv. Martina	13
Obrázek 2-3: letecký pohled na obec	14
Obrázek 2-4: znak obce Dolní Újezd	15
Obrázek 4-1: typy geografických dat	22
Obrázek 4-2: struktura datového typu Coverage	23
Obrázek 4-3: struktura datového typu Shapefile	24
Obrázek 4-4: porovnání vektorových a rastrových dat	25
Obrázek 5-1: geodatabáze	29
Obrázek 6-1: softwarové produkty ArcGIS Desktop	32
Obrázek 6-2: prostředí ArcCatalog	35
Obrázek 6-3: prostředí ArcMap	37
Obrázek 6-4: úprava S-JTSK pro GIS	38
Obrázek 6-5: výřez skupiny Katastr	42
Obrázek 6-6: výsledné údaje o parcele – vrstva Katastr	45
Obrázek 6-7: georeferencování rastrového obrazu	46
Obrázek 6-8: výřez skupiny Inženýrské sítě v soutisku s Ortofoto	49
Obrázek 6-9: výřez skupiny Výškopis	50
Obrázek 6-10: výřez skupiny Polohopis	50
Obrázek 6-11: výřez skupiny Turistická mapa	52
Obrázek 6-12: ukázka funkčnosti skupiny Důležitá místa obce	53
Obrázek 6-13: panoramatické spojení dílčích výkresů UP	54
Obrázek 6-14: ukázka modelu GRID a TIN	55
Obrázek 6-15: okno nástrojů ArcToolbox	56
Obrázek 6-16: neořezaný/ořezaný model TIN +konstrukční prvky (vrstevnice)	57
Obrázek 6-17: výstup funkce Slope a Aspect	60
Obrázek 6-18: výstup funkce Contour a Hillshade	61
Obrázek 6-19: prostředí Layout View	64
Obrázek 6-20: prostředí ArcScene – tvorba animace	66
Obrázek 7-1: viditelnost terénu z pozice dvou vybraných lavičkových zón	74
Obrázek 7-2: rozhraní ModelBuilder	75

12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 6-1: výčet mapových podkladů	33
Tabulka 6-2: relace datových bloků	44
Tabulka 6-3: charakteristika sklonové mapy terénu v projektu	59
Tabulka 6-4: charakteristika expoziční mapy terénu v projektu	60
Tabulka 7-1: hodnoty výstupního rastru vzdálenost DPS	69
Tabulka 7-2: hodnoty výstupního rastru vzdálenost památek	69
Tabulka 7-3: hodnoty výstupního rastru vzdálenost komunikace	70
Tabulka 7-4: hodnoty výstupního rastru sklonitost	70
Tabulka 7-5: hodnoty výstupního rastru orientace	71
Tabulka 7-6: hodnoty výstupního rastru výpočtu	71

13 SEZNAM PŘÍLOH

1) UKÁZKA OBJEDNÁVKY VSTUPNÍCH DAT

- 1A) Objednávací formulář CUZK
- 1B) Žádost o bezplatné poskytnutí dat

2) GRAFICKÉ VÝSTUPY - MAPY

- 2A) Orientační mapa parcel
- 2B) Přehled inženýrských sítí
- 2C) Topografická mapa
- 2D) Turistická mapa
- 2E) Geologická mapa
- 2F) Důležitá místa v obci

3) GRAFICKÉ VÝSTUPY – VÝŘEZY

- 3A) Orientační mapa parcel
- 3B) Přehled inženýrských sítí
- 3C) Polohopis
- 3D) Výškopis
- 3E) Důležitá místa v obci

4) MODEL PROSTOROVÉ ANALÝZY (ModelBuilder)

5) UKÁZKA VÝSTUPU PROSTOROVÉ ANALÝZY

- 3A) Lavičková zóna "směr Osík"
- 3B) Lavičková zóna "Přibitínoves"

6) PROJEKT GIS DOLNÍ ÚJEZD (DVD)

7) ANIMACE – Přelet nad obcí Dolní Újezd (DVD)